BIBLIOTECA
SCELTA
DI OPERE ITALIANE
ANTICHE E MODERNE

vol. 221

FRANCESCO MENGOTTI

VOLUME PRIMO

IDRAULICA
FISICA E SPERIMENTALE

DEL CONTE

FR. MENGOTTI

CONS. AULICO, COMM. DELL'I. R. ORDINE DELLA CORONA DI FERRO, MEMBRO DEL CES. R. ISTITUTO, UNO DE' XL DELLA SOCIETA' ITALIANA, E SOCIO DI MOLTE ILLUSTRI ACCADEMIE NAZ. E FOR.

OPERA

coronata dall' I. R. Accademia della Crusca, con nuove illustrazioni ed aggiunte dell'Autore

QUINTA EDIZIONE

PARTE PRIMA

MILANO

PER GIOVANNI SILVESTRI

M. DCCC. XXVIII.

Il Tipografo.

Fra le Opere moderne che furono comprese finora in questa mia Biblioteca Scelta *io credo la presente una delle più interessanti: pervenuta già alla quinta edizione, e coronata dall' Accademia della Crusca, mi stava sempre sott' occhio, ed appena ottenutone il graziosissimo assenso dal suo celebre Autore, l' ho riprodotta con tutta quella diligenza che mi fu possibile, avendola eseguita su la Veneta edizione dell' anno 1818, la quale fu assistita dall' Au-*

tore, ma tenni sempre a riscontro anche quella di Bologna dell'anno 1823 che contiene alcune correzioni somministrate dall'Autore medesimo: così l'attuale ristampa è un complesso delle precitate, e quindi da preferirsi ad ogni altra. L'avviso che segue fu premesso dal Veneto Editore alla terza edizione, e mi è sembrato necessario di ristamparlo.

Altre opere egualmente moderne sto preparando a fine di dare un maggior incremento a questa mia Biblioteca, che raccomando nuovamente alla benevolenza del colto Pubblico.

AVVERTIMENTO

POSTO

IN FRONTE ALLA TERZA EDIZIONE

L'Opera del Conte Mengotti, *ch'era stata chiamata da essolui per modestia* = Saggio sull'Acque correnti =, *a giudizio di conoscitori di vaglia, è il Trattato il più completo che siasi sino ad ora veduto sui Fiumi.*

Al pari delle altre sue Opere Politico-economiche, già coronate da celebri Accademie, e

tante volte pubblicate e tradotte in più lingue, ottenne anche questa, e per la materia, e per la lingua, l'onor della corona dall' illustre I. R. Accademia della Crusca.

Due pregi singolarmente procacciarono fama ed applauso a questo importante lavoro.

Il primo è di aver nella scienza delle Acque profondamente indagato, e con la possibile esattezza seguíto le leggi della natura, sostituendo alle ipotesi, ed ai sistemi, che sino ad or primeggiarono, le osservazioni più attente, e gli sperimenti più cauti; motivo per cui con più

di ragione si compete a quest'O-pera il titolo d' Idraulica Fisica e Sperimentale.

Il pregio secondo, e che degna la rese a buon dritto degli encomj d'ogni classe di Dotti, scorgesi mirabilmente e nella chiarezza la più lucida, e nella facilità la più scorrevole, e nell'eleganza la più pretta, con che si seppe dall'illustre Autore trattare a meraviglia una materia riputata finora come astrusa, difficile, e non suscettibile d'ornamento veruno, di modo che non potrà non sentirsi mosso altamente a diletto chiunque vorrà su di essa fissarne lo

sguardo, quand'anche di nullo o d'assai poco interesse per sè riputasse il subbietto dell'opera.

Che se in ogni tempo era d'uopo d'allettare i bravi ingegni d'Italia a rivolgere le loro cure precipue all'Idraulica, egli lo è assai più e senza dubbio, in questi tempi ed in questi paesi, ove veggonsi i fiumi fatalmente minacciare sì gravi disordini, che assai malagevole si rende il più contenerli, soprastando ad ogni piena che avvenga, (testimonj pur troppo di sovente noi stessi!) desolazione e tristezza alle nostre più belle ed ubertose province.

La lettura dell'Opera dà chiaramente a conoscere quanto il chiarissimo Autore sia penetrato e commosso da tale situazione infelice de' nostri paesi, sicchè incerti saremmo al decidere, se più di lode sia degno per la dottrina ed erudizione che spiega, o per lo zelo e amor patrio che a chiare note appalesa.

Avendo già quasi del tutto esauriti gli esemplari tanto della prima, quanto della seconda edizione, benchè in sì breve tempo, e continuando da ogni parte le ricerche di quest'Opera istruttiva insieme e dilettevole, ho creduto di far cosa grata al

Pubblico nel riprodurla co' miei tipi; e ciò tanto più che l'Autore si è compiaciuto di farvi non poche illustrazioni ed aggiunte.

PARTE PRIMA

CAPO PRIMO

Origine ed importanza della Scienza delle Acque. Oggetto e piano dell'Opera.

La scienza de' fiumi, dopo i secoli della barbarie, può dirsi nata e cresciuta in Italia, dove particolari circostanze influirono al suo sviluppo e al suo progresso (1).

Questa bella penisola è da una parte cinta, come ognun sa, e per tutta la sua lunghezza divisa da gran catene di montagne.

Siffatta organizzazione le dà, è vero, per una parte un prezioso vantaggio, quello cioè di essere copiosa d'acque correnti, e di poter

(1) Font., *Hist. de l'Acad. des sciences, an.* 1710. Montucla, *Hist. des Mathématiques, tom.* 2. Poleni, *Del Mot. misto dell'acque, lib.* I, *c.* 29 *e seg.* Frisio, *De' fiumi e torr. in prefaz.*

irrigare e render fertili e ridenti le sue costiere ed i suoi piani.

Ma però da un altro canto queste stesse catene di montagne, arrestando i vapori, le nuvole e i nembi gravidi d'acque, rendono l'Italia, singolarmente fra i monti e nelle valli, dove sono cacciate e spremute le nubi, sottoposta a lunghe e dirotte piogge, a gran depositi di nevi, ed a terribili escrescenze di torrenti e di fiumi.

Gli effetti di queste locali circostanze si fecero sempre e si fanno pur troppo ancora sentir vivamente sulle rive del Tevere, dell'Arno e d'altri fiumi, ma più assai che altrove in questa grande e magnifica vallata, per cui passa il Po co' suoi trenta influenti e tributarj.

Egli è dunque naturale, che si applicassero di buon'ora gli animi degl'Italiani ad indagare le leggi delle acque correnti, non meno che i mezzi d'infrenarle e di reggerle, non solo per ripararsi dal loro furore nei momenti pericolosi delle piene, ma per trarne dappoi anche profitto; giacchè sono appunto i fiumi

come i temperamenti collerici: passato il primo sdegno, sono benefici e generosi.

A questa fisica costituzione d'Italia si aggiunsero le celebri controversie, e le animose gare suscitate dai contrarj sentimenti ed interessi dei molti piccioli stati e signorie che si trovavano su le stesse, o su le opposte sponde di un medesimo fiume.

Or questi urti e conflitti tra popoli vicini e rivali sono quelli appunto che accendono più di ogni altra cosa le passioni e gl'ingegni, e che con una specie di attrito fanno uscir fuori le scintille del genio.

Senza di ciò non avremmo forse avuto il Castelli, il Guglielmini, il Manfredi, il Grandi, lo Zendrini e tanti altri illustri scrittori.

Ma qualunque sieno le cagioni che diedero impulso agl'Italiani di applicarsi i primi agli idraulici studj, certo è che non vi poteva essere, nè vi è, come mi sembra, oggetto che più meriti di essere attentamente contemplato, quanto quello dell'acque correnti. Lo spettacolo che presenta è interessante in ogni aspetto.

L'acqua corrente è quella che si piega con

tanta docilità e condiscendenza a tutti i bisogni, ai comodi ed ai piaceri dell'uomo, che zampilla nelle fontane de' suoi giardini, che mormora ne' suoi ruscelli, che innaffia ed infiora le sue praterie: essa gli muove l'incudine per fabbricar l'aratro da fender la terra e gli ordigni prodigiosi delle arti, che ci moltiplicano con tanta utilità le braccia e le mani; essa si compiace di passar per mezzo alle nostre città popolose, e di portarci fin su le soglie delle nostre abitazioni le derrate e le merci delle vicine e delle remote contrade.

Ma questa stessa acqua corrente, così benefica, così docile e quasi serva dell'uomo, diviene spesso feroce e terribile, e ci reca immensi danni e desolazioni.

Non v'è alcuno di noi che non sia stato testimonio e spettator di sciagure e di rovine allorchè i venti australi ci portano le lunghe e stemperate piogge, o liquefanno col caldo lor soffio le nevi che coprivano le montagne. Allora i torrenti ed i fiumi, sormontando o squarciando gli argini da cui erano trattenuti, assalgono furiosamente le città e le campagne, spargendo da per tutto lo spavento e la strage.

Ora la scienza dell'acque non solo ha per oggetto di piegarle e dirigerle, come si è accennato, ai nostri usi e bisogni, ma quello altresì di preservare dalle loro incursioni le nostre frequenti città ed ubertose province.

Perciocchè la Provvidenza, che sempre tempera i mali coi beni, sembra che abbia posto la maggior vegetazione presso ai fiumi più grandi e formidabili, affinchè l'industria, che si addormenterebbe in seno dell'abbondanza, sia spesso risvegliata dal timor dei pericoli e dei danni; ed all'incontro, la paura di questi, che produrrebbe la emigrazione e la solitudine, sia ritenuta dall'aspetto della copia e della immensa generosità del terreno.

Ma se non può essere maggiore, nè più manifesta la importanza ed utilità della scienza dell'acque, conviene però confessare che non ha essa finora ottenuto generalmente quel grado di fiducia che aver dovrebbe.

Ciò deriva, per mio avviso, da più cagioni:

In primo luogo dalle naturali difficoltà dell'idraulica. La estrema picciolezza delle parti dell'acqua, l'infinito loro numero, l'azione

delle une su le altre, la loro fluidità, ed insieme una certa adesione e quasi vincolo fra esse, la incostanza e varietà de' moti nel loro corso, queste ed altre cose non ben note, o difficili ad estimarsi, mantengono ancora, dopo tutto ciò che si è scritto e fatto tra noi, gravi dubbiezze e discrepanze di pareri su' varj punti ed interessanti problemi.

Tal è, per esempio, quello di conoscere l'assoluta velocità e quantità d'acqua che passa per una riviera, dove i moti sono ad or ad ora perturbati da tante cagioni; dove s'incontrano mille opposizioni e resistenze nel fondo e nei lati; dove le contraccorrenti, che si ravvisano spesso lungo le ripe, agiscono in contrario senso della direzione del fiume; dove la continua vicenda delle pendenze degli alvei ora sprona, ora frena l'impeto dell'acque; dove le tortuosità e gli angoli delle sponde, le ripercussioni e i vortici che ne derivano, gli urti delle confluenze, le vene e polle d'acqua che sgorgano dai fianchi, o scaturiscono dal fondo del letto, i dossi, i renai, le ghiaje, i corpi occulti e sommersi, i canneti, le melme

e innumerabili altre cause portano ad ogni passo alterazioni notabilissime nel movimento de' fiumi. Perciò se un problema riesce tanto più arduo a risolversi, quanto più crescono i dati e le condizioni che devono combinarsi, è d'uopo confessare che quello di calcolare l'assoluta velocità e quantità d'acqua delle riviere sia uno de' più difficili e complicati.

Ora non è da sorprendersi, se le regole, che furono date per la soluzione di questo e di simili problemi, si trovano fra esse discrepanti, e se quindi sul loro merito e valore sono pur divisi i pareri (1).

---

(1) Nel trattare queste materie fisiche i matematici poco ci ritrovano il loro conto per le infinite circostanze, che variamente accompagnandole, ne alterano gli effetti, e fanno riuscir vano ogni tentativo di ridurli ad una perfetta regola. Grandi, *Del Movim. dell'acque, cap. 5, scol. della prop.* 34.

In una massa di fluido, che si muova in qualunque tubo o canale, è infinito il numero de' corpi che agiscono insieme. Dunque il determinare il moto di ciascun d'essi è un problema che dipende da infinite equazioni e che supera tutte le forze dell'algebra. Frisio, *De' Fium. e Torr. lib.* 2, c. 1.

Il definir la legge, con cui le celerità assolute

In secondo luogo le famose controversie, che abbiamo indicate e che menarono tanto rumore per più di due secoli, furono, non vi ha dubbio, di acre stimolo agl' Italiani per coltivare l' idraulica. Ma sciaguratamente sorgono insieme quasi sempre da questi urti e contrasti i partiti e le Sette, le quali, come si sa, non si fecero mai pregio di docilità e di moderazione.

Egli era dunque ben facile che in quelle calde risse e contese idrauliche si frammischiassero alle dottrine, secondo le proprie mire ed interessi, anco le opinioni particolari, e si difendessero ostinatamente dai loro partigiani e seguaci.

Le cose in cotesta lizza furono spinte a tal eccesso, che qualche idraulico, per più segnalarsi, giunse perfino a sostenere, che tutto era incertezza ed errore nella scienza dell'ac-

---

decrescono coll'allontanarsi le parti dell'acqua dalle più celeri, o coll'avvicinarsi ai corpi resistenti, con i soli principj teoretici, ella è un' impresa se non impossibile, certamente difficilissima. Michelot, *Sperim. idraul.*, *tom.* 1, *cap.* 3, *n.* 117.

que. È già molto antica l'industria di mercar fama col dir male dell'arte propria, in quella guisa che alcuni si fecero ricchi col declamar contro le ricchezze.

Ma certo è, che queste animosità e contraddizioni non erano molto proprie a far nascere la fiducia e la stima per l'idraulica.

Finalmente gli uomini sommi, che trattarono della scienza dell'acque, la vestirono, a dir vero, fors'anche per toglierla alle disputazioni degl'idioti, di figure geometriche e di formole algebraiche per modo, che venne a comparire una scienza ispida, spinosa ed inaccessibile al comune degli uomini. Quindi molti si tennero lontani da uno studio stimato un ginepraio, ed altri si contentarono di porlo in ridicolo: giacchè questa fu sempre la maniera più comoda per consolarsi di ciò che non si sa, o non si giunge ad intendere.

Or tutte queste cagioni contribuirono, qual più, qual meno, a rendere o a far credere scabrosa e complicata la scienza, a far pullulare da per tutto i dubbj e le quistioni, ed a portare l'incertezza su le più sane dottrine,

confondendo i veri principj e le leggi della natura, co' sistemi e con le opinioni degli uomini.

Nacque da ciò il tristo effetto, che ad ogni operazione proposta pel miglior regolamento de' nostri fiumi, e per la difesa e sicurezza delle nostre province, sorsero contrasti, opposizioni, titubanze, indugi, e intanto i fiumi continuarono a desolarle.

In tale stato di cose mi sembra che si renderebbe all'universale ed alla scienza stessa un buon servigio, se dato ne fosse un saggio con metodo più chiaro, più semplice e più a portata della comune intelligenza.

Io non so se potrò essere così felice da conseguire, almeno in qualche parte, un sì utile oggetto. Siami lecito solo di tentarlo e di lasciar tacere alcun poco la politica economia.

Benchè non è già essa insociabile con l'idraulica; anzi l'una può meglio dirsi compagna dell'altra. Che gioverebbe il predicar l'agricoltura, l'industria e il commercio in un paese che fosse in preda d'acque indiscipli-

nate, e divenisse una palude? In Egitto ambedue queste scienze si davano la mano e camminavano a paro.

Io dividerò dunque il mio soggetto in due parti.

Nella prima indicherò, con la scorta di lunghe osservazioni ed esperienze, quali sieno le provvide viste della natura, e quali le leggi da essa seguite, nel movimento de' fiumi dalle loro sorgenti sino alle foci.

Nella seconda parlerò delle ipotesi e dei sistemi che furono immaginati dai più chiari idraulici, come pure dei benemeriti tentativi da essi fatti nel silenzio de' loro studiosi ritiri, o sulle rive romorose de' torrenti e de' fiumi per conoscerne i fenomeni, e per ispiegarne le cause.

Così sarà tirata una linea di demarcazione che mi sembra dover essere di non poca utilità in questo studio. Si vedrà ciò che si può stimar finora di sapere accertatamente nella scienza de' fiumi, e ciò che rimane ancora di incerto e contenzioso; ciò che non si può non ammettere senza far torto alla esperienza ed

alla ragione, e ciò che ha bisogno di nuovi esami e di nuove osservazioni, per poter esser adottato fondatamente e con sano giudizio.

Ed affinchè non solo il filosofo e il solerte indagator della natura, ma ogni padre di famiglia e proprietario di terreni esposti alle invasioni dell'acque, possa rendersi familiare questa scienza, aggiungervi le sue proprie osservazioni ed esperimenti, e portarla in tal modo, ch'è l'unico e da lungo tempo augurato, a più felici progressi, ho creduto di prescindere possibilmente dai calcoli e dimostrazioni matematiche, ben persuaso che non sia l'Idraulica per perder nulla della sua dignità, se, ridotta in abito più semplice, e fatta più popolare ed affabile, discenda a dimesticarsi con tutti, ed a parlare il linguaggio comune. All'algebra dunque ed alla geometria, benchè devoto e verace adorator dell'una e dell'altra, seguendo i voti de' più celebri scrittori, sostituirò in questo Saggio l'osservazione e l'esperienza (1).

(1) Un'abbondante raccolta di notizie di fatto ben sicure, e con replicati esperimenti accertate,

In grazia poi della pubblica istruzione oso lusingarmi che non sia per essere disapprovato il metodo più facile e piano che mi sono proposto di seguire, e che mi si condoneranno eziandio le immagini ed i paragoni, anche i più familiari, con cui mi sforzerò di spiegare o meglio illustrare le più astruse dottrine delle acque correnti.

---

oh quanto buon capitale sarebbe per accingersi all' impresa tanto necessaria e tanto bramata di stabilire e fondare le massime più essenziali che mancano in questa scienza delle acque! Grandi, *Disc. prelim. al mov. delle acque.*

Quanti scrittori idraulici fanno voti che si metta mano alle esperienze, e ne presagiscono l'utilità! ma i loro voti non sono ascoltati. Lecchi, *Idrost. esamin. in pref.*

Io riguardo l' idraulica come una parte della fisica, piuttostochè della matematica, o come una parte della matematica, i cui progressi, fatti e da farsi, sono puramente ipotetici e limitati a certi casi che forse nella natura non hanno luogo. Frisio, *De' Fium. e Torr.*, *lib.* 2, *cap.* 1.

CAPO II.

Della tendenza che hanno le acque cadenti dal cielo di congregarsi in fiumi.

Se si considera una serie, o catena di montagne, si vede che ricevono e tramandano giù per le loro falde e pendici le acque che cadono dal cielo, come fanno nelle città le tegole de' nostri tetti, che, dandosi mano una con l'altra, e porgendosi successivamente l'acqua, la raccolgono nella doccia comune della grondaja, d'onde si formano que' getti e que' rivi, che noi veggiamo per le strade, massime negli acquazzoni della state. Tutti cotesti rivi non capiscono talora nell'acquidotto o scaricatojo pubblico, e fanno lago.

Questa è appunto una immagine del modo con cui dalle spalle e dalle coste delle montagne scorrono giù per la china, e si radunano nelle valli le acque che formano i ruscelli, i torrenti ed i fiumi.

Gettiamo l'occhio all'azzardo sopra un qualche paese, per esempio sopra la Spagna.

I Pirenei, che la dividono dalla Francia, e le montagne di Castiglia, che sorgono quasi paralelle ai primi, lasciano un grande spazio nel mezzo che viene occupato dall'Arragona e dalla Catalogna.

Qui è naturale che vi debba essere un fiume riguardevole. Vi è di fatto il fiume: esso è l'Ebro.

I due opposti dorsi de' Pirenei e delle montagne di Castiglia, sono appunto i due tetti immensi della Spagna settentrionale: le valli che sboccano nella bassa parte Arragonese e Catalana sono le grondaje: l'Ebro è il comun recipiente, e il grande acquidotto generale, che conduce al Mediterraneo il convoglio di tutte le acque.

Ma, per farsene un'idea ancora più chiara, rimontiamo un poco sulla cima degli stessi Pirenei, che abbiamo or or valicati, e fermiamoci a guardare verso la Francia, giacchè le montagne sono anche in ciò somiglianti ai tetti delle nostre città ed hanno esse pure i loro colmi o vette, a un di presso in sul mezzo, e i loro lati, o declivj, l'uno all'altro contrarj.

Coteste vette delle montagne sono appunto i confini stabiliti dalla natura alla giurisdizione de' fiumi. Questi sono i confini per l'ordinario anche delle lingue, dei costumi e degli imperj.

Quindi gli antichi sulle groppe de' monti avevano posto delle Ninfe, che stavano versando le acque delle lor urne, l'una per un pendio del monte, l'altra per l'altro, ed ognuna vegliando sul proprio fiume che aveva in tutela. Per verità l'abitazione di queste Dee non era molto aggradevole, ma la favola esprime assai bene l'uffizio delle montagne, rapporto all'origine e distribuzione delle riviere.

Dunque il rovescio de' Pirenei, ch'è rivolto alla Francia, ricevendo esso pure, e tramandando giù per le valli le acque delle sue piogge e delle sue nevi, dovrebbe dar origine ed alimento a qualche gran fiume. La congettura è giusta: ecco la Garonna, che raccoglie quasi tutti i torrenti della parte boreale de' Pirenei e de' monti opposti di Linguadoca.

E se dai Pirenei passiamo alle nostre Alpi ed agli Appennini, noi vedremo che dove que-

sti si alzano per lungo tratto dirimpetto a quelle, come nella Lombardia, vi è, ed esser vi debbe il fiume, re de' fiumi italiani, il Po, perchè d'ambo i lati, andandosi a raccogliere nel suo seno un gran numero d'influenti che cadono dall'una e dall'altra catena delle opposte montagne, vi si deve necessariamente formare una vasta colonna d'acque.

Per lo contrario, dove l'Appennino cessa di essere opposto alle Alpi, e si distende da sè solo lungo l'Italia, formandone in certo modo la spina dorsale, d'uopo è che siano, e sono in fatto, assai minori i fiumi che ne discendono, perchè non vengono nutriti che dalle acque separate di una sola parte e pendice dall'Appennino stesso.

Quello che ho detto dell' Ebro, della Garonna e del Po, conviene del pari all'Elba e al Danubio, al Gange e all' Eufrate, al Nilo ed al Negro, e alli due più gran fiumi del mondo, al Mississipì e al Rio delle Amazzoni, i quali, avendo una vasta estensione di montagne che porgono loro tributo d'immense acque, sono anche per conseguenza più grandi

e più possenti degli altri; giacchè la potenza, date tutte le altre cose pari, è sempre in ragione dell'estension dell'impero.

Ora da questa fisica costituzione e disposizione de' monti, delle valli e delle costiere, si scorge chiaramente che per provvida legge di natura le acque che cadono dal cielo, tendono ad unirsi insieme, e ad aggregarsi in fiumi.

Se ciò non fosse, la superficie della terra sarebbe continuamente coperta d'acque inerti e stagnanti che non lascerebbero nè abitarla, nè coltivarla. Ma riducendosi tutte le acque di un paese in una gran massa, che dicesi fiume, vengono ad occupare una parte infinitamente minore del suolo, lasciando sgombre e libere le altre parti all'albergo degli uomini ed all'agricoltura.

Se si volesse, per esempio, sciorinare e distendere tutta la quantità di veli che può formare il carico di un solo naviglio, quale immenso spazio non ne rimarrebbe coperto?

Non altrimenti i veli dell'acqua, dispersi e distesi su le campagne, farebbero da per

tutto lago e palude; laddove, raccolti tutti codesti veli o strati, e sovrapposti gli uni agli altri, compongono un fiume che viene ad occupare, come si è detto, uno spazio infinitamente minore.

Non basterebbe però che le acque si congregassero in fiumi, ma fa di mestieri ancora, che questi abbiano un certo grado di velocità per dare uno sfogo alle medesime, siccome, per isgombrare sollecitamente una vasta pianura dagl' innumerabili bagagli di un'armata, non basta caricarli sopra carri, e ridurli così a minore spazio e volume, ma conviene altresì far muovere da cavalli, e sfilare i carri l'uno dopo l'altro il più velocemente che fia possibile.

Il Po, da Cremona al mare, ha la distanza di circa centosessanta miglia. La sua velocità, in tempo di piena, si calcola a un dipresso di miglia otto l'ora. Dunque il gran tronco del Po, da Cremona al mare, passa in tempo di piena, e si vôta tutto in vent'ore.

Ora se si arrestasse all'improvviso il corso del Po, o si rallentasse in guisa che divenisse

pigro, e quasi stagnante, qual immensa accumulazione d'acque non si farebbe in brevissimo tempo dal rapido afflusso, e dall'ammonticchiarsi di tanti torrenti, e di tanti fiumi, che discendono dalle Alpi e dagli Appennini, e che, non trovando più sfogo, sarebbero costretti a regurgitare per ogni dove, e a rovesciarsi su tutti i paesi? La Lombardia diverrebbe in pochi giorni uno stagno.

Se dunque chiara è la provvidenza della natura nell'unire le acque minori alle maggiori, non lo è meno quella d'imprimere loro un movimento, e renderle correnti.

E siccome la medesima sa ottenere più effetti con un solo e semplice mezzo, così è degno di osservazione, che con la unione dei fiumi ella non solamente riduce le acque ad uno spazio minore, ma le rende altresì più capaci di mantenere il necessario loro movimento.

Perciocchè diminuendosi prodigiosamente, come si è veduto, la loro superficie, a misura che si uniscono in massa, viene pure a scemarsi in proporzione il soffregamento ed attrito che soffrirebbero sul fondo, e nei lati, se fos-

sero tutte divise, e se disperse e disseminate dovessero, per dir così, strascinare il corpo sul suolo per uno spazio immenso, e per mezzo ad infinite asprezze, inuguaglianze ed ostacoli. Oltre di ciò l'altezza del corpo d'acqua, e il peso o pressione delle parti superiori sopra le inferiori, contribuisce al loro movimento.

Per tali motivi appunto possono i gran fiumi conservar lungamente la velocità concepita, benchè sieno ridotti a camminare sopra piani quasi orizzontali, come si vedrà meglio in appresso.

Qualora dunque vi sia quistione, se si debba concedere l'ingresso in una grande Riviera ad uno de' fiumi minori, ch'è naturalmente diretto ad unirvisi, o se abbia ad esserne allontanato, costringendolo a portar da sè solo le sue acque separate al mare, l'esempio della natura decide più per il primo che per il secondo partito, tendendo essa sempre per grandi e provvidissimi fini alla unione dei fiumi minori nei maggiori (1).

(1) È un artifizio assai rimarcabile della natura quello di accoppiar fiumi a fiumi, e di mandarli così

Per l'opposto, allorchè si tratti di fare un taglio, od una qualunque diversione ad un fiume, conviene usare di una somma circospezione e cautela, e non risolversi mai a tal passo, se non per gravissime e particolari ragioni, perchè si andrebbe contro la indicazione ordinaria e più frequente della natura.

Diminuendosi infatti con la diversione la massa delle acque, e quindi ritardandosi il loro corso, accade spesso, che in luogo di liberare il tronco principale dalla tenuta ripienezza e di procurare al fiume un sollievo, si venga a produrre un effetto totalmente contrario; e mentre si cerca di evitar le inondazioni, si rendano ancora più frequenti e micidiali. Così nel corpo umano, credendosi talora con le cacciate di sangue alleviare l'infermo, e dar moto alla lentezza degli umori, si accresce con la spossatezza la cagion del lentore, e si aggrava la malattia.

Questo è il motivo, per cui, essendo insorta la famosa contestazione nel senato di

---

uniti a sboccar in mare. Guglielm., *Della Nat. dei fium.*, *cap.* 9.

Roma sotto Tiberio, se per ovviare alle inondazioni del Tevere si dovesse divertire da esso la Chiana, e farla entrare in Arno, prevalse finalmente il consiglio di lasciar le cose nello stato in cui le aveva poste la natura (1).

E parlando della Nera, che si voleva parimente divertire dal Tevere per farla camminar sola e separata fino al mare, riflettevano i popoli interessati, o piuttosto rifletteva Tacito sensatamente al suo solito, che, dispersa e divisa, avrebbe, ristagnando, allagate e sommerse le campagne (2).

E certamente anche il Tevere impoverito d'acque avrebbe dovuto rendersi più lento, fare maggiori deposizioni, rialzare il proprio letto, e produrre inondazioni più frequenti e più estese.

Da ciò pur si conosce l'aggiustatezza di

---

(1) *Optime rebus mortalium consuluisse naturam, quae sua ora fluminibus, suos cursus, atque originem, ita fines dederit. Tacit.*, Annal. l. 1, n. 79.

(2) *Pessum ituros foecundissimos Italiae campos, si amnis Nar, in rivos diductus, superstagnavisset.* Id. ibid. ut ante.

quel passo di Plinio, il seniore, nella sua Storia naturale, l' Enciclopedia degli antichi, ove, parlando del Po, dice, che la gran mole delle acque è quella che lo spinge e che gli fa escavar l'alveo profondamente (1).

Resta spiegato in tal modo anche il passo dell'altro Plinio, il giovane, ma degno del nome, allorchè sul proposito del fiume Clitunno riflette che il suo corso dipendeva meno dal declivio del suolo che dalla massa delle acque (2).

Ma se la natura provvidamente riunisce insieme le acque in fiumi e le rende correnti, con qual artifizio imprime poi loro il movimento necessario, ed in qual modo tempera essa e governa la velocità delle acque in guisa che per difetto d' impulso non si arrestino nel corso, nè per eccesso d' impeto abbiano ad acquistar una forza rovinosa e distruggitrice?

(1) *Urgetur quippe aquarum mole, et in profundum agitur. Plin.*, Hist. nat., lib. 3, n. 20, de Pado.

(2) *Inde non loci devexitate, sed ipsa sui copia et quasi pondere impellitur: fons adhuc et jam amplissimum flumen, etc. Plin. Secun.*, lib. 8, ep. 8.

CAPO III.

Della provvida legge, con cui la natura modera la forza e il moto delle acque correnti.

Ognuno vede che una palla ed ogni corpo grave, nel discendere per un piano inclinato, va sempre più acquistando una velocità maggiore.

Più cresce il declivio del piano, più cresce la forza acceleratrice.

Or l'acqua, ch'è pur anch'essa un corpo grave, segue a un dipresso le medesime leggi, e concepisce tanto più di moto, quanto è maggiore la pendenza del piano su cui discende.

La pendenza, senza dubbio, è la causa primaria della sua velocità: essa le infonde ciò che noi chiamiamo spirito dell'acqua; poichè sembra infatti, quando è rapida, che abbia una specie d'anima e di vita. Perciò diletta talora gli oziosi, o i maninconici, il trattenersi a guardare un rivo, che corre con piede veloce.

I selvaggi passano sovente le giornate intere sulle sponde de' loro fiumi, contemplando le acque che fuggono, e si succedono.

Ma se la pendenza degli alvei è il principio di vita e di moto delle acque correnti, essa però potrebbe imprimer loro, quando fosse precipitosa, una velocità ed una forza prodigiosa e terribile.

Allorchè, stando in sul pendio d'un colle, si lascia rotolare giù per la china un sasso, e' si osserva moversi dapprima lentamente, poi crescere di moto, indi precipitar furiosamente balzando e schiantando gli sterpi e le siepi. Non v'è forse alcuno di noi che da fanciullo non abbia fatto piu volte questo giuoco imprudente e pericoloso.

Ora se tutto il Po scendesse dalle montagne al mare sopra un piano così ripido com'è quello delle Alpi, dove ha l'origine, qual cosa mai potrebbe resistere all'impeto spaventoso di tal fiume? Così si dica del Tago, del Rodano, del Reno, del Volga e di tutte le riviere. Esse sovvertirebbero ben presto e distruggerebbero la faccia della terra.

Per temperare e moderare appunto la velocità e la forza delle acque correnti, ha disposto la provvida natura ch'esse si muovano sopra piani con tal legge inclinati che la loro massa sia prossimamente in ragion inversa del pendìo; sicchè quanto maggiore si fa la pendenza, tanto si diminuisca il volume dell'acqua, ed all'incontro, a misura che si minora la pendenza, vada crescendo la mole dell'acqua stessa.

Per tal guisa il ripido declivio imprime e conserva ne'piccioli ruscelli quel moto che perderebbero ben presto per gli ostacoli e per l'attrito che soffrirebbero, se camminassero sopra piani, o poco o nulla inclinati, ed all'opposto, la dolce pendenza delle pianure modera e raffrena l'immensa velocità che concepirebbero i fiumi, se si muovessero in vece sopra piani fortemente declivi e precipitosi.

Per convincerci appieno di questa saggia legge della natura, rimontiamo passo passo una riviera verso le sue sorgenti.

In questo viaggio, disastroso insieme e piacevole, dalle pianure ai poggi, dai poggi ai

colli, dai colli ai monti, dai monti alle montagne, e su per esse fino alle loro vette altissime e spesso dirupate, noi troviamo sempre decrescere la massa dell'acque, secondo che crescono le pendenze, in quella guisa che, partendo dal tronco di un albero ed andando verso la cima, si vanno i rami sempre più dividendo ed assottigliando, fino alle loro estremità.

Perciò al piano s'incontrano prima di tutto, a destra ed a sinistra della Riviera, fiumi, ch'entrano in essa placidamente, per essere già stati ammansati dalla dolcezza del pendìo: poi fra i monti e nelle valli si trovano fiumicelli e torrenti sempre minori di mole, ma più veloci: indi ascendendo su per l'erta si sente il suono de' rivi che precipitosamente cadono dai fianchi alpestri de' monti: più in alto si veggono rigagnoli uscire qua e là dall'immenso stillicidio delle ghiacciaje, e delle nevi: alfin salendo a stento fino a piè delle roccie, e sotto i picchi verticali delle montagne, vi si osservano i vapori e le nebbie che battono in essi, e si rappigliano in gocciole, formando le prime stille dell'acque correnti.

Ed all'incontro tornando indietro per lo stesso cammino, e discendendo dalle creste scoscese delle montagne fino alle basse maremme, e dai primi fili dell'acque sino alle ampie foci delle riviere, sempre si trova che quanto più si va minorando a mano a mano il pendio, tanto più aumentando si va il corpo e la massa delle acque correnti.

Chi mai potrebbe adeguatamente descrivere, non che imitare ed eseguire, una così prodigiosa e quasi armonica distribuzione delle acque correnti in guisa, che sempre sieno copiose dove poco è il declivio, minori dov'è maggiore, picciole dov'è grande, minime dov'è massimo? Chi non vede che ciò è provvidamente stabilito, perchè le poche acque non abbiano a mancar di moto ed arrestarsi nel corso, e le molte, per lo contrario, non possano acquistare una rapidità ed una forza sterminatrice?

Per questo appunto la natura ha voluto che le acque correnti al cominciar sieno gocce, al finir sieno fiumi.

Ma oltre ciò merita pure di essere osser-

vata la mirabile gradazione degli ostacoli che sono distribuiti dalla natura sul cammino che fanno le acque dai monti al mare. Si vede che sono essi sempre maggiori dove rapido è il pendio, e minori dove questo vien meno. Ciò tende pur senza dubbio al medesimo fine di temperar giustamente la velocità delle acque.

Ommetto per ora le selve che coprono i gioghi delle montagne, e che ritardano in tanti modi l'impeto dell'acque correnti; giacchè parlerò espressamente tra breve di questo importantissimo oggetto.

Le roccie e i macigni, con la loro superficie aspra e scabra, e con mille punte, rompono e rallentano il moto delle acque: gli strati paralelli delle pietre, che compongono la maggior parte delle montagne, formano quasi altrettanti scaglioni, sui quali cadono, e si spezzano i rivi che discendono dai monti: talora dai burroni e dalle cateratte, precipitano le acque giù per le balze, frangendosi e dividendosi in minuta spruzzaglia, simile a tenuissima pioggia, a traverso di cui si vede l'arcobaleno: talora stramazzano a piombo

tutte unite in un gorgo sottoposto, dove si schiacciano e restano oppresse, perdendo quasi affatto il moto e la forza (1).

La direzione stessa delle vallicelle nelle valli, e di queste nei valloni, contribuisce al medesimo effetto di moderar l'impeto che nascerebbe dalla soverchia pendenza; poichè tanto quelle, quanto queste, s'incontrano spesso ad angoli retti e talor anche acuti, onde nascono nelle acque le ripercussioni e i moti opposti l'uno contro l'altro, quasi come palle che si battono e si ribattono. E parlando de' valloni più bassi dove scorrono i torrenti, vi si veggono da per tutto quegli angoli entrati e saglienti così ben descritti dal grande anatomico delle montagne, da Buffon, i quali spingono l'acque a spezzarsi nei lati opposti, e vi cagionano mille incidenze e riflessioni.

Per ultimo, quando il torrente è cresciuto per piena, e quando non sarebbero bastanti a frenarlo nemmeno gl' indicati ostacoli, deve

---

(1) *Tableaux topog. pittor. de la Suisse.* M. de Saussure, *Voyage dans les Alpes.* Buffon, *Théorie de la terre*, tom. 2.

strascinarsi dietro un pesante treno di pietre e di ghiaje che gli difficultano il cammino, sicchè ciò ch'è effetto della rapidità e della forza, si converte dalla natura in rimedio per moderarla.

Per lo contrario, a misura che ci allontaniamo dai monti, e che va cedendo gradatamente la pendenza de' piani, è pur manifesta la gradazione, con cui cedono insieme a poco a poco, indi mancano finalmente quasi del tutto gli ostacoli, di cui abbiamo parlato.

Non s'incontrano più rupi, non più scaglioni, non più cadute perpendicolari: agli angoli acuti succedono negli alvei de' fiumi le sinuosità e le lunate: al fondo pietroso si sostituisce un terreno più liscio; allo strascico delle ghiaje subentrano le arene, poi le sabbie sottili, e infine le minime particelle di terra e di limo che restano facilmente sospese nell'acqua e vanno con essa fino al mare.

È dunque visibile e manifesto, che la natura moltiplica gli ostacoli dove va crescendo la rapidità della discesa, e li diminuisce secondo che si va minorando il pendio.

Da queste osservazioni si può dedurre una regola generale rapporto alla rettificazione degli alvei de' fiumi. Quanto siffatta operazione può essere conveniente e conforme alle indicazioni della natura, ne' tronchi inferiori, dove la pendenza è poco sensibile, altrettanto riuscir potrebbe improvvida e pericolosa ne' tronchi superiori, dove rapida e precipitosa è la pendenza dell'acque correnti.

Nel primo caso muovendosi il fiume lentamente sopra un piano poco inclinato e quasi orizzontale, giova togliere gli ostacoli delle tortuosità e de' meandri, che ritardando sempre più il corso dell'acque, e facilitando la deposizione delle bellette e il progressivo interrimento del letto, sono cagione dei traboccamenti e delle allagazioni.

Ma queste stesse rettificazioni degli alvei sarebbero perniciose ne' tronchi superiori, dove per la violenza del declivio i torrenti corrono in ghiaja, poichè accrescendosi con l'abbreviazione del corso il declivio stesso, e togliendosi col raddrizzamento del letto gli angoli e le svolte, si accrescerà pur insieme la forza e

l'impeto dell' acqua. Potrà essa quindi spingere più lungi ed in gran copia, ne' tronchi inferiori e nel seno stesso del comun recipiente le ghiaje e le materie grosse e pesanti, elevandone con ciò, ed ostruendone il letto, sicchè il fiume sarà costretto a soperchiar le ripe ad ogni escrescenza, ovvero ad abbatterle, per aprirsi un cammino più libero dove l'umana imprudenza non glielo abbia impedito (1).

Noi facciamo pur troppo spesso tutto il contrario di ciò che ci addita la natura. Noi togliamo gli ostacoli alle acque fra i monti col distruggere le selve, e con altre maniere, ed accresciamo gl' impedimenti nelle pianure con traverse e pescaje, con soverchie diversioni di acque, con ponti troppo angusti, che restringono e quasi soffocano i fiumi, e con altre mal concepite e sconsigliate operazioni.

Ma dovremo ritornar di nuovo su questi punti, ed esaminarli più completamente in appresso.

---

(1) Guglielm., *Nat. de' fiumi cap. 9, prop. 5.*
Manf., *Mem. sul Reno.*
Viviani, *Disc. sull' Arno.*
Frisio, *De' Fiumi e Torr., cap. 4, lib. 1.*

È adunque chiaro il magistero della natura nell'imprimere alle acque un movimento e renderli correnti. Per conseguir quest'utile effetto ha ella scelto il semplice artifizio dei piani inclinati. Ed affinchè tanto la soverchia lentezza, che sarebbe prodotta da troppo picciola pendenza, quanto la eccessiva rapidità e forza che nascerebbe da un troppo grande declivio, fossero giustamente temperate, ha ella con savio accorgimento stabilito che sia la massa dell'acque correnti in ragion inversa del declivio de' piani su cui scorrono, aggiungendo anche altri freni e ritegni, dove troppo efficace potrebbe riuscir lo stimolo della ripida pendenza, come ne' monti, e scemando all'incontro gli ostacoli, dove troppo debole si renderebbe l'invito del dolce pendio, come nelle pianure.

Ma se sono questi i mezzi, di cui si serve la natura per formare e muovere le riviere, come fanno esse poi, quando sono formate e mosse, a conservarsi in istato di permanenza, ad onta che camminino sempre sopra piani così variamente inclinati, e benchè quasi ad ogni passo si cangi la loro velocità e il corpo dell'acqua?

CAPO IV.

Della mirabil legge, con che la natura mantiene il corso de' fiumi, facendo che il corpo dell'acqua sia sempre in ragion inversa della sua velocità.

Dicesi che un fiume ha stabilito il suo corso, quando più non è turbato nè da nuove acque sopravvegnenti, nè da nuovi diversivi.

Ora fingiamo di essere in su le sponde di un fiume, che trovisi appunto in questo stato di permanenza, e immaginiamoci di tagliarlo in un istante sino al fondo con delle porte perpendicolari, come facevasi con le saracinesche delle nostre antiche fortezze. Siffatte porte, o luci del fiume, formate dal nostro pensiero, sono quelle appunto che gl'idraulici chiamano sezioni.

Coteste luci o sezioni, saranno bensì differenti di altezza e di larghezza fra essoloro, secondo che il corpo dell'acqua sarà maggiore o minore, nei varj siti del fiume, ma converrà

però sempre che passi appuntino per cadauna delle medesime sezioni una egual quantità di acqua, altrimenti si troverebbe subito sconvolto il corso del nostro fiume.

Prendiamo, per esserne persuasi, due di queste sezioni, a piacere, un po' distanti l'una dall'altra.

Se dalla sezione inferiore uscisse più di acqua di quella ch'entra per la superiore, il tronco di mezzo si vôterebbe in breve e rimarrebbe quasi all'asciutto.

Per lo contrario se la sezione inferiore lasciasse passar meno d'acqua di quella ch'entra per la superiore, si gonfierebbe tosto il tronco intermedio, e l'acqua traboccherebbe da tutti i lati, come fa l'imbuto, quando si ingorga e rece dalla bocca il liquore che non può nella gola capire.

È dunque necessario che in qualunque sezione del fiume passi sempre, nè più nè meno, una egual copia d'acqua. Ed infatti ritornando più volte, oggi, domani, dopo qualche giorno, su le stesse sponde di una riviera permanente, noi troviamo che, relativamente alle varie sue

situazioni, è sempre quella ch'era jeri e che trovavasi da otto, o venti giorni addietro, e ch'eternamente sarebbe, se non succedessero cambiamenti occasionati da sopravvegnenza o da sottrazione d'acqua (1).

Ma come, e da che mai procede che variando visibilmente in un fiume, quasi ad ogni passo, il corpo dell'acqua, ed ora essendo maggiore, ora di gran lunga minore, pur tuttavia per ogni sezione, ampia o angusta che sia, passi sempre in egual tempo la medesima quantità d'acqua?

Questo singolar fenomeno che abbiamo continuamente sotto gli occhi, e che da noi non viene avvertito, come accade di tante altre cose, è degno di essere diligentemente spiegato, potendo trarsi da esso molte utili ed interessanti cognizioni.

L'acqua corrente ha la proprietà di abbassarsi ed attenuarsi, quando si fa più veloce, e di alzarsi e gonfiarsi, quando diviene più lenta. Ella è come maglia, che tirata per lo

---

(1) *Labitur et labetur in omne volubilis aevum.* Hor.

lungo si fa più sottile, e rallentata si accorcia e s'ingrossa, ovvero come serpe che talor si ritira e si gonfia, talora si lancia e si allunga, ond'è che si dica un rivo serpeggiare, non solo perchè va tortiglione appunto come la serpe, ma perchè ancora, com'essa, ora s'ingrossa ed ora si assottiglia.

Se si guardi ad un fiume, che cade dal ciglio di una pescaja, si vede che l'acqua nel cadere si attenua e si riduce come ad un foglio sottile che ci ferma a contemplarlo con sorpresa.

Similmente passando davvicino a un edifizio andante ad acqua, veggiamo che quando essa è giunta alla cascata, e precipita dal canale rapidamente in su la ruota, talmente si abbassa e s'impicciolisce, che ci sembra di gran lunga minore di quella che cammina superiormente voluminosa e lenta, e che riempie fino agli orli tutto il condotto.

Ciò appunto proviene dal crescere che fa essa di corpo, quanto scema di moto, e dallo scemar viceversa di corpo, quanto cresce di velocità. Nel primo caso ella è come l'infin-

gardo che s'impingua, nel secondo è come il macilente, ma laborioso ed attivo.

Non altrimenti in un fiume l'acqua ha un maggior corpo dove cammina più lenta, e ne ha uno minore dove corre più veloce; ma passando in pari tempo una colonna più lunga d'acqua dov'è più rapida, ed una colonna più breve dov'è l'acqua più tarda, ne segue che la sottigliezza della prima sia compensata dalla sua maggior lunghezza, o sia velocità, e la grossezza della seconda sia temperata dalla sua minor velocità e lunghezza, e quindi passi sempre la medesima quantità d'acqua, nel modo stesso che tanto è l'aver dieci braccia di panno alto sei palmi, quanto braccia quindici alto palmi quattro, o venti alto tre solamente.

Che la velocità poi dell'acqua corrente tenga luogo della lunghezza, e che questa risarcir debba l'ampiezza del corpo, benchè sembri abbastanza spiegato, pure non sarà mai troppo il concepirlo appieno, e quasi materialmente toccarlo.

Se di due squadroni eguali di cavalleria

uno passi per un villaggio a quattro a quattro di fronte, e l'altro a due a due solamente, ma con doppia velocità del primo, passerà senza dubbio nel medesimo tempo per il villaggio lo stesso numero di cavalli. La colonna del primo squadrone sarà bensì doppia in grossezza di quella del secondo, ma questa è il doppio più lunga, o sia più veloce della prima. La velocità compensa ciò che si perde nella massa.

Ma per non discostarsi dall'acqua, ch'è il nostro soggetto, se si voglia che da due fori disuguali di un gran vaso esca in pari tempo la stessa quantità di fluido, è necessario collocare il pertugio maggiore in alto verso la superficie, ed il minore più basso verso il fondo in guisa che schizzi l'acqua da questo con tanto più d'impeto di quella dell'altro, quanto il maggiore supera di bocca il foro minore, il che è quanto dire, che la velocità de' due getti sieno in ragion reciproca dell'ampiezza de' fori.

In simil guisa dovendo per ogni sezione di un fiume permanente passare, come si è detto,

la medesima quantità d'acqua, e variando sovente il corpo d'essa, ne segue, che le sezioni debbano essere in ragion inversa, o sia reciproca delle velocità, cioè, che il maggior corpo d'acqua abbia tanto minor velocità, quanto il minor corpo ha velocità maggiore; principio incontrastabile, e fondamento primario dell'idrometria (1).

La legge della reciprocazione del corpo di acqua e della velocità, è a tal grado inalterabile e necessaria, che se in un certo tronco il fiume corresse, per esempio, quattro, sei, o dieci volte più veloce che in un altro, il suo corpo d'acqua sarebbe in quel luogo quattro, sei e dieci volte minore: e viceversa, se quattro, sei e dieci volte si rendesse più tardo, il suo corpo d'acqua si farebbe quattro, sei e dieci volte maggiore; di che non v'è più chiaro esempio, nè più toccabile di quello del Sile, il quale in Trevigi, misurato dal Mon-

(1) Castel., *Mis. dell'acque corr.*, *prop.* 3, *l.* 1. Gugliel., *De aquar. fluentium mensura*, *lib.* 1. Grandi, *Movim. delle acque*, *lib.* 1, *cap.* 1, *prop.* 7 *ed* 8.

tanari nel passar che facea rapidamente per le porticelle de' mulini, aveva una sezione di piedi 126; ma poi quando con assai perdita di velocità era giunto al ponte di Santa Margherita, trovavasi già cresciuto di corpo pressochè quattro volte di più, e formava una sezione di piedi 459; e da sezzo, allorchè con un moto a gran pezza più lento, attesa la sempre minore declività del piano, camminava verso le foci, erasi il corpo d'acqua così prodigiosamente aumentato che faceva una sezion di piedi 1584, o sia più di dodici volte maggiore che non era dapprima alle porticelle.

Eppure non v'ha dubbio che non passasse appuntissimo ed a capello, per ognuna di dette sezioni, avvegnachè sì differenti, la medesima quantità d'acqua; il che anco da quel grande idraulico si guardava come una specie di miracolo (1)

(1) Prima di giungere il Sile da Treviso al Taglio nuovo ha fatto due volte lo stesso miracolo, mentre da 126 piedi quadrati ch'egli era tutto passando dalle portelle de' mulini per la sola perdita di velocità, diventò 459 sotto il ponte di S. Mar-

Ora s'intende chiaramente, come spero, qual importante personaggio faccia la velocità nella misura delle acque.

Il corpo dell'acqua, che fa spesso una gran comparsa e figura, non è già la norma per dedurre da esso la vera portata di un canale o di un fiume, il quale può far mostra talora di condurre una gran copia d'acqua, quando realmente ne conduce pochissima, qual è colui che ha l'industria di comparir dovizioso con mediocri fortune, o come coloro che col solo sussiego e contegno, sanno far comparsa di molta dottrina.

All' incontro un fiume mediocre in apparenza, ma rapido nel suo corso, può dar luogo a una grande ed incredibile copia d'acque.

Quindi si vede quanto errasse quell'idrometra, di cui parla il Castelli, che per aver la misura del Tevere si aveva preso la pena di misurar separatamente le acque di tutti gl' influenti, di tutti i rivi, fossati e gore che

---

gherita, e scemando nuovamente di velocità divenne 1584 alle tre Palade.

Montan. *Su la diversione del Sile, anno* 1684.

si scaricano in quel fiume, ed avendo trovato che questi formavano una misura strabocchevole e di gran lunga maggiore del volume del Tevere, farneticava e strabiliava, non potendo comprendere, come mai tante acque fossero contenute nelle sue sponde, e andava immaginando o che fossero assorbite da meati sotterranei e per vie occulte condotte al mare, o che si comprimessero e schiacciassero nel fiume come fossero lana o bambagia calcata.

Egli non avea posto mente alla proprietà maravigliosa dell'acque di assottigliarsi e scemar di corpo, quando si fanno più veloci, e non rifletteva che, accrescendosi appunto la loro velocità col riunirsi in massa nel fiume, dovevano abbassarsi in esso e formare un corpo molto minore.

Perciò l'espediente suggerito da quell'imperito architetto d'acque di aprire al Tevere un altro letto eguale al suo proprio, e di farlo camminar per due alvei, in vece che per uno solo, non era semplicemente inutile e vano, ma avrebbe potuto esser anche dannoso; poichè se con questa operazione si fosse rallen-

tata la velocità del fiume più della metà di prima, com'era possibile che avvenisse, sarebbe cresciuto il corpo delle sue acque in modo, che nemmen tutti due i nuovi letti sarebbero stati bastanti a contenerlo.

Col ridetto principio si spiega perchè una mediocre pioggia faccia crescere talvolta improvvisamente un fiume, e vi cagioni una piena; ed all'incontro quando il fiume è cresciuto, più lunghe e più dirotte piogge non vi producano pressochè alcun alzamento ulteriore.

Allorchè il fiume è basso, debb'esser poca la sua velocità, per causa del soffregamento del fondo e delle ripe. Quindi le prime acque che sopravvengono, trovando tardo il fiume, e perdendo per conseguenza molto della loro velocità per comunicarla alla sua massa, devono crescere di corpo in sul principio e cagionare un alzamento molto sensibile.

Ma quando già la colonna del fiume cresciuto ha concepito una grande velocità, tant' è la copia d'acque che smaltisce, che le lunghe piogge che seguono sono appena bastanti a mantenere l'immenso consumo del fiume,

senza calcolare inoltre che il grand'alveo delle riviere si allarga per l'ordinario, e si spande più e più verso gli orli delle ripe, come fa un catino, ed offre quindi alle acque sopravvegnenti una capacità sempre maggiore.

Ciò spiega similmente perchè nei paesi poco lontani dal mare sieno accaduti talora, come parlano le storie, straripamenti de' fiumi, ed allagazioni terribili, senza che si abbia potuto incolpare o le piogge che non caddero, o lo squagliarsi delle nevi che non vi erano. Le sole alte maree, e la violenza de' venti che spingono i marosi, e i gran mucchj di arene contro le foci dei fiumi, scemandone la velocità, ed aumentando per conseguenza il corpo dell'acqua possono aver prodotto ne' luoghi prossimi alle foci questi avvenimenti straordinarj (1).

Dallo stesso principio si deduce quanto sia importante, per impedire le inondazioni di un fiume, il rimuovere da esso le chiuse, o pescaje, che lo attraversano, li dossi che si for-

(1) Castel., *Mis. dell'acque corr.*, *coroll.* 7, 8, 9.

mano nel mezzo del letto dell'ammucchiamento delle sabbie e delle bellette, gli angoli e le svolte delle ripe, e gli altri impedimenti che ne scemano la velocità, e fanno per conseguenza crescere d'altrettanto il corpo dell'acqua.

Ma dove singolarmente si fa conoscere la utile applicazione del nostro principio, egli è nella divisione ed erogazione delle acque, oggetto di tanta importanza per il pubblico e privato interesse.

Così dilicata è questa materia della erogazione dell'acque, che le più squisite avvertenze non sono mai troppe.

V'è l'uso in qualche luogo di farne la distribuzione col mezzo di fistole di vario diametro, e si crede che quando una fistola sia la metà, il terzo o il quarto di un'altra, anche l'acqua del tubo minore debba essere la metà, il terzo o il quarto di quella del tubo maggiore, non badando che tanto maggior rispettivamente è la superficie e l'attrito, quanto è minore il tubo.

Infatti se si faccia il tubo sottile come penna di uccello o come paglia, la sua superficie

diviene così estesa in confronto del tenuissimo filo del fluido che questo più non vi discorre, trattenuto dallo sfregamento e dall'adesione alle interne pareti, come si osserva ne' cannellini e vasi capillari.

All'incontro se amplissimo sia il tubo, per esempio di un piede di diametro, la colonna dell'acqua che vi passa, è così vasta e forte in confronto della superficie del tubo che non risente appena l'effetto dello strisciamento.

Chi dunque ha una fistola d'acqua quattro volte minore di quella di un altro, può non avere la quarta parte d'acqua, com'egli crede, ma soltanto la quinta, la sesta e forse anche meno.

La ragione di ciò deriva sempre dallo stesso principio, che l'apparente corpo dell'acqua inganna, e che mirar si deve alla sua velocità.

Con ciò pure si rende ragione delle differenze rinvenute da Frontino nel misurar le acque pubbliche, l'Appia, la Marcia, la Claudia, la Giulia, l'Augusta, e tante altre che si conducevano in Roma per gli usi e piaceri di quella gran capitale.

Osservò egli, che quando erano giunte le acque alla città per farne l'erogazione, la loro misura trovavasi di quattordicimila e diciotto quinarie, mentre, secondo i pubblici registri, non avrebbero dovuto essere che dodicimila settecentocinquantacinque. Allorchè poi se n'era fatta la ripartizione e la distribuzione, queste medesime acque arrivavano a più di ventiduemila quinarie.

La prima differenza proveniva da ciò che le acque, per piantare i registri, erano state misurate superiormente verso la lor origine nei rivi e nei condotti più ripidi che le portavano a Roma, e quindi dovevano in grazia della velocità loro aver corpo minore di quello che avessero giunte in Roma, dove per gli ostacoli di un lungo cammino e per la minorazione della pendenza, n'era già scemata la velocità, e quindi cresciuto il loro volume.

Dopo poi la loro distribuzione alle fontane, alle terme, ai giardini ed altri usi pubblici e privati, tante dovevan essere le diramazioni e suddivisioni delle loro docce, delle fistole, de' tubi, tante le loro direzioni, gli angoli e

le curvità necessarie per acconciarsi a tutti i siti ed a tutte l'esigenze di quella immensa città, che non poteva far a meno la velocità dell'acque di non indebolirsi ancora più assai dai nuovi ripetuti sfregamenti e ritegni, e di non aumentarsi per conseguenza di gran lunga il loro volume.

Non è perciò che Frontino ignorasse totalmente l'influenza della velocità nella misura delle acque, come si sospettava dal Castelli (1). Il romano idrometra riferisce il fatto qual era, e non entra nella spiegazione del fenomeno, ma in più luoghi del suo Trattato mostra di aver conosciuto l'effetto della velocità nella misura delle acque correnti, checchè ne dica il Buteone, come accordar deve il Poleni, ritrattando in certo modo sè stesso (2).

---

(1) Nell'errore di non considerare, quanto le velocità sieno potenti a mutar la misura dell'acqua, credo, se non m'inganno, che possa esser incorso Giulio Frontino, nobile scrittore antico, nel secondo libro che fa degli acquedotti della città di Roma, ecc. Castel., *Mis. delle acque corr. append.* 1.

(2) Poleni, *De Castellis.*

Idem. *Lett. al Marinoni, e nelle note al lib. di Gio. But.*

Ma troppo io mi lascio trasportare dalla copia della materia. Interminabile sarebbe l'applicazione del principio a tutti i casi, ai quali potrebbe adattarsi.

È dunque dimostrata chiaramente, come confido, la proprietà costante dell'acqua corrente di cangiar di corpo in ragion inversa della velocità, cosicchè sempre si abbassi e si attenui, dove cresce la velocità, e si alzi ed ingrandisca, dove la velocità si minora; dalla qual legge, non meno semplice che mirabile insieme, ne deriva che ne' fiumi di corso già stabilito, benchè camminino essi sopra piani or più or meno inclinati, e con un corpo di acqua ora maggiore, ora minore, pure per ogni sezione, per ogni tronco del fiume medesimo, passi sempre, sotto vario volume, la stessa quantità d'acqua, e si mantenga in tal guisa equabilmente il corso perpetuo delle riviere.

Ma se questa è la legge regolatrice dei

J. Front. *De Aquaeduct. urbis Romae com. art.* 63. Gio. Buteone, *Della Mis. dell'acque corr. ove dice*: G. Frontino non intendendo la cagione di tal eccesso, ecc.

fiumi che hanno già stabilito il loro corso, quali sono le regole con le quali procede la natura nell'escrescenze e nelle piene, ovvero piuttosto può ella seguire alcuna regola e metodo costante e sicuro, in quei momenti terribili di tumulto e di disordine, allorchè i torrenti ed i fiumi, divenuti furiosi ed indomabili per l'immensa sopravvenienza delle acque, non soffrono più alcun ritegno, nè freno?

Importantissimo è senza dubbio un tal esame; ma, prima d'intraprenderlo, giova di riconoscere i modi e gli artifizi, con cui la provvida natura ha voluto allontanare da noi, o rendere meno violenti coteste rivoluzioni de' fiumi.

CAPO V.

Come la natura provveda per impedire le subitanee escrescenze de' fiumi.

La natura, quando non sia contrastata dalla imprudenza degli uomini, veste da sè medesima, e spontaneamente ricopre di piante fronzute d'ogni specie le cime e le spalle delle montagne.

Questo è appunto il mezzo più efficace ch'ella adopri per ritardare ed arrestare le acque delle piogge e delle nevi in guisa che non possano mai precipitar tutte ad un tratto nelle valli, e produr quindi subitose e strabocchevoli fiumane.

Immensa senza dubbio è la quantità d'acqua che viene trattenuta da una gran foresta con le radici, co' ceppi, con le cortecce, coi rami, con le foglie e co' mirabili stromenti, di cui sono le piante corredate.

Per farsene una qualche idea si consideri, che prima vi sono nelle selve gli alberi di alto fusto, i quali con l'immensità de' loro rami e delle loro frondi che s'innalzano fino alle nubi, formano una moltitudine di strati e di piani, dove sono accolte ed arrestate le piogge, come nelle città capitali si alzano gli appartamenti delle case uno sopra l'altro per l'albergo del popolo numeroso, o come nei teatri vi sono molti ordini di logge per contenere un maggior numero di spettatori.

Di sotto agli alberi eccelsi sorgono nelle selve gli arbusti, i frutici, le macchie, i rovi,

i prunaj con tutte le loro propaggini e rampolli, che, intrecciandosi ed annodandosi coi rami, co' viticci, con le spine, offrono nuove stazioni e nuovi alberghi alle piogge non trattenute dalle piante maggiori; e dopo di questi si trova pure disteso in sul suolo un gran tappeto d'erbe, di muschi e d'altri vegetabili foltissimi che oppongono nuove ed innumerabili resistenze al moto dell'acque.

Finalmente la terra con l'infinito numero delle barbe e delle radici che l'abbracciano e la tessono per ogni verso, accoglie e trattiene essa pure una gran copia d'acqua, la quale col soffermarsi e con lo stanziare, acquista ognora più tempo ed agio di penetrar profondamente il terreno.

Da ciò appunto proviene quell'inzuppamento della crosta erbosa del suolo che si vede nelle boscaglie montane: da ciò le filtrazioni profonde dell'acque anco negli strati inferiori e più bassi: da ciò il perpetuo gocciolamento delle umide grotte: da ciò il gemere e lo stillar de' sassi muscosi: da ciò le scaturigini ed i vivi zampilli delle fonti: da

ciò le vasche e le ampie conserve d'acqua che si formano nelle interne cavità de' monti e che vanno alimentando le fontane, i rivi ed i fiumi.

Moltissimi sono gli esempi di montagne, ch'ebbero ricche sorgenti d'acque perenni, finchè si trovarono vestite di boschi, e che le perdettero affatto, dachè vennero questi distrutti. Si sa che il monte Ida, chiamato da Omero il copioso di fonti, e da Orazio l'acquoso, dava origine a Xanto e Simoenta, e, secondo Plinio, a molti altri fiumi. Abbattute le selve che trattenevano le piogge, disparvero i fiumi, nè altro più vi rimase che qualche torrente furioso ed effimero, il quale, spiovuto che sia, si precipita in un istante, devastando tutto e lasciando di nuovo il monte inaridito e deserto (1). Perciò diceva un altro filosofo, e ben diceva, i luoghi selvosi ed opachi essere abbondantissimi dell'acque (2).

---

(1) Plin., *Hist. natur., lib.* 5, *n.* 32 *e* 33. Bellon., *In Linnaeo de tellur. habitab. increm.* Belgrado, *Dissert. sopra i torrenti, in fine.*

(2) *Fere aquosissima sunt quaecumquae umbrosissima.*

Sen., natural. quaest., lib. 3, n. 11.

Ma, oltrechè le piante raffrenano e in tanti modi arrestano il corso delle acque, hanno eziandio l'attitudine di appropriarsene e di assorbirne una copia prodigiosa.

Per chiarirci di ciò, basta esaminare un po' attentamente la disposizione de' rami, la figura delle foglie, e gli stromenti maravigliosi di cui sono fornite.

La disposizione de' rami in una selva di piante presenta lo spettacolo d'infinite braccia sollevate verso le nubi, per attendere ed accogliere la pioggia.

Altre poi hanno le foglie a pennelli ed a fiocchi che immollano nelle nebbie e nelle nuvole, attraendone l'umido, anche prima che possa condensarsi in pioggia. Altre hanno le frondi a ventaglio, con cui rapiscono e portano a sè i vapori volteggianti nell'atmosfera, e questi ventagli si muovono per ogni verso come ne' pioppi, imitando il suono de' ruscelli che garriscono fra i sassi.

Molte usano cannelli vôti come flauti, onde ricevono l'acqua dall'alto, o la succhiano dal basso; molte portano anche cimieri e cappelli

da lambicco, dove vengono a battere le esalazioni ed i vapori che vi si rapprendono in gocce, e cadono poi nel lambicco a distillarsi.

Ve n'ha di quelle con le foglie talmente corrugate e così bene increspate che non v'è benda, non collare che possa paragonarvisi. Da queste innumerabili pieghe vien presa appunto ed accalappiata la pioggia che cade dall'alto, o che rimbalza dal suolo dopo esser caduta.

Alcune hanno le foglie concave, come son quelle dette a cucchiaj, onde raccolgono nelle loro pozzette, e vi trattengono l'acqua che cade dal cielo.

Alcune hanno le ascelle delle foglie conformate in guisa, che abbracciano il gambo della pianta, e vi formano cisterne e pelaghetti d'acqua che serbano per molti giorni, e che si vanno bevendo a lor agio, come il cardo de' berrettaj. Portano inoltre le piante di questa famiglia lungo lo stelo un canale o acquidotto profondamente impresso, per raccorre anche la pioggia che batte a traverso, e dirigerla nelle pozze e serbatoj o mandarla giù per la canna ad abbeverar le radici.

Ma cresce ancora più la maraviglia, quando si osservi che la maggior parte delle piante hanno le foglie, i picciuoli, i rami e perfino tutto il fusto, corredato di velli, di borre, di lanugini, di crini, di barbe, di pungiglioni ed altri consimili ordigni. Son questi tutti vôti nel mezzo, e formano quasi altrettanti cannelli e sifoni sottilissimi, con cui le piante suggono e si bevono l'acque, come si può vedere in sul mattino, allorchè tutte quelle picciole bocche mostrano ancora su le labbra le stille di rugiada che non hanno finito di sorbire.

Immenso è il numero di questi succiatoi, ed ogni pianta di tal natura ne possiede molti milioni. Sopra una sola foglia io n'ho più volte contati al di là di centomila. Ognuno può accertarsene da sè stesso coll'esaminare, anche ad occhio nudo, non che col soccorso di vetri ottici, tali specie numerose di piante.

Ciò poi che merita osservazione, si è che tutti questi velli, lanugini, aculei, spilli, sono piantati a ritroso sulle foglie, sulle ramora e sugli steli, onde meglio arrestare i fluidi aeriformi, i vapori e le piogge; laddove se tali

stromenti giacessero prostesi sui rami e sulle frondi, le acque sgocciolerebbero lungo le barbe villose e le punte rovesciate, senza guari fermarvisi, come si fa secondando con la mano la felpa ed il velluto.

Un'altra osservazione non meno singolare si è che tanto più ispide e pelose sono le piante, quanto più incolte e selvagge; sicchè fra due della stessa specie, di cui l'una viva in un giardino, l'altre in un bosco, passa a un di presso la medesima differenza che v'è fra la pelle morbida di un cittadino ben pasciuto, e quella irsuta ed aspra di un villano stentato. Ciò è perchè le prime largamente nutrite ed irrigate, non hanno bisogno degli stessi ordigni per rapir le acque del cielo, come le seconde.

Perciò le piante che nascono su le schiene de' monti, fra pietre e sassi o nelle fenditure degli scogli e delle rupi, sono maggiormente fornite di peli, di punte, di orifizj, di guaine, di proboscidi e d'ogni genere di succiatoj, per attrappar le piogge e le guazze. Non avendo esse di che vivere in casa propria, sono co-

strette a trarre il loro alimento dall'ampio magazzino dell'atmosfera.

Non è però che le piante non fornite di tali stromenti non abbiano esse pure i mezzi di far la loro provvigione d'acqua. Anche quelle che sembrano inermi ed ignude, anche le morbide e lisce, hanno i loro artifizi per procacciarsene.

Ve n'ha che portano sparso su le foglie e su le corteccie, come il noce, un certo pingue ed attaccaticcio, mirabilmente proprio a ritenere come invischiate le gocce dell'acqua che vi si appiccano e vi restano pensili per alcun tempo, anco se la foglia sia inclinata al suolo, e molto più se sia raddoppiata o frastagliata o dentata o merlata all' intorno, formandovisi quasi tante perle o gemme, come son quelle che si veggono colmeggiare dopo la pioggia su le foglie del cavolo o della rosa.

Ve n'ha che portano i petali e i fiori, conformati a tazze, a calici, a campane, ovvero attortigliati a tromba, a corno, a imbuto, a chiocciola, non v'è in somma, non v'è, dal cedro del Libano alla violetta che infiora il mar-

gine de' ruscelli, pianta alcuna, la quale non tenga la sua urna, e la sua coppa preparata per attignere l'acqua che cade dal cielo (1).

Sarebbe impossibile l'annoverare tutti gli ordigni e tutti gli artifizi, con cui le piante conquistano le piogge e partecipano quindi della larga bevanda che loro dispensa la natura. Dopo ciò che ne pigliarono gli arbori sublimi, ne ricevono la loro porzione anco le piante minori e fino l'erbe più infime e basse, quelle contentandosi della seconda mensa, come i domestici de' grandi, e queste dei loro rimasugli, come il popolo minuto.

Qual immensa quantità d'acqua non debb'essere dunque dalle selve assorbita o arrestata o ritardata, in tanti piani, in tante logge, in tante stazioni, per cento piedi e più d'altezza, dalle cime degli alberi più elevati sino all'erbe che tappezzano il suolo, dove non v'è ramo, non foglia, non corteccia, non radice, non parte alcuna, che non presenti un ostacolo al loro movimento e non possieda in-

(1) S. Pierre, *Étud. de la nat.*, tom. 2.

sieme e ponga in uso un ampio corredo di stromenti, bicchieri, pozze, conserve, cannelli, infundiboli, succiatoj, bocche innumerabili, per attrarre e ritenere le piogge?

Ora si vede e si comprende appieno, come spero, quanto sia grave e pernicioso l'abuso di sradicare e distruggere le selve che coprono le montagne, e quanto sia grande la nostra imprudenza e temerità, di violare ordinamenti e leggi così provvide della natura.

Spogliando i monti e le valli delle boscaglie, onde sono vestiti e difesi, noi veniamo ad abbattere i tanti moltiplicati ed efficaci ripari che arrestano i nembi e le dirotte piogge, ed impediscono le repentine e micidiali escrescenze de' torrenti e de' fiumi.

Perciocchè non già il graduato e regolare accrescimento dell'acque che succederebbe assai lentamente, e soltanto in certi periodi e stagioni determinate, secondo le leggi inalterabili della natura, sarebbe quello che portasse la desolazione alle nostre province.

Quand'anche le piante non si appropriassero ed assorbissero una immensa copia di

acque, come si è veduto, quand'anche non ne restasse altamente imbevuta ed impregnata la terra, e non se ne formassero in tal modo vaste conserve e depositi, il solo più tardo e progressivo adunamento delle medesime per causa di tanti ostacoli opposti alla loro unione darebbe tempo ai fiumi di scaricarsene a grado a grado, e in guisa che non potrebbero mai accumularsi in quelle masse enormi e spaventose che sempre maggiori e più frequenti ora veggiamo.

Ma nello stato di nudità, in cui si trovano i monti per nostra colpa, e per quella forse maggiore de' nostri padri che ce ne diedero il fatal esempio, le acque delle piogge che avrebbero avuto campo a mano a mano di dar luogo, vengono a rovesciarsi precipitosamente, e tutte insieme, nelle valli, cagionando le più veementi e strabocchevoli fiumane.

Si aggiunge a ciò che, mancando il ritegno ai luoghi ripidi, già dissodati e smossi, ed essendo estirpati perfino i tronchi e le radici delle piante, con cui la natura lega e sostiene le pietre, le ghiaje e le terre, dirupano que-

ste, formando borri e precipizj orribili, dove per lo innanzi v'erano boschi e pascoli coperti di mandre e di gregge.

Cadute quindi tutte queste materie nelle valli, e strascinate e deposte qua e là dalle acque nel loro cammino, come si vedrà meglio in appresso, si vanno sempre più ostruendo ed elevando i letti de' torrenti e de' fiumi, i quali dalle alte lor rive minacciano già di rovesciarsi ad ora ad ora sulle nostre contrade, e di desolarle, sicchè siamo costretti a tenerli quasi pensili con un' audacia che ha dell' incredibile, con un dispendio che non potremo tollerare a lungo, e con un pericolo che si fa sempre maggiore.

Tutti gl' idraulici, tutti gli agronomi assennati alzarono la voce contro questa violazione delle leggi della natura, la quale ha sbandito la zappa e la marra dai ripidi monti sotto pena della loro distruzione e di quella insieme de' sottoposti piani.

Tra i primi che gridarono più fortemente contro siffatto disordine, fu il Viviani, il quale attribuisce appunto all' improvvido e temerario

dissodamento degli Appennini, i danni gravissimi che l'Arno e i suoi influenti portarono alla Toscana (1).

Questo stesso è il linguaggio del Grandi, del Poleni, del Frisio, del Lecchi e di tanti altri che si posero ad indagar le cagioni del disordine de' nostri fiumi, e ne suggerirono il vero ed efficace riparo, il quale non può esser altro mai che quello di restituire ai monti ciò che gl'inalterabili statuti della natura hanno loro assegnato, la macchia ed il bosco (2).

Noi lottiamo invano con le nostre operazioni idrauliche per impedire gli effetti, mentre si lasciano sussistere e rinforzarsi sempre

(1) Le piogge cadenti sopra que' monti spogliati di legname, coltivati e smossi, non trovando più il ritegno della macchia e del bosco, vi scorrono precipitose, e s'accompagnano con la materia di terra, sasso e ghiaja, e la conducono furiosamente nel fiume, ecc. Viv., *Discor. sull'Arno.*

Vedi pure la dotta Memoria del ch. Gautieri sull'influsso de' boschi. Milano, 1817.

(2) Grandi, *Rifless. sul fiume Era.*
Poleni, *Del Moto misto dell'acque, lib.* 2, *n.* 143.
Frisio, *De' fiumi e torrenti, lib.* 1, *cap.* 1.
Lecchi, *De' tre torrenti, cap.* 4 e 5.

più le cagioni. Molto più semplice senza dubbio, molto più agevole sarebbe la disciplina de' nostri fiumi, se noi medesimi, col sovvertir l'ordine della natura, non l'avessimo resa più complicata e difficile.

Quanto erano più sagge e più avvedute di noi le colte nazioni che abitavano un tempo su le rive del Gange e del Nilo, le quali ponevano tanta importanza nella conservazione delle foreste che avevano sparso il mistero ed una specie di venerazione su le origini dei loro fiumi, tenendole celate ed occulte, e facendone credere che fossero custodite da deità sconosciute, onde l'umana avarizia e temerità si guardasse dal perturbare que' sacri alberghi ed asili!

Restando quindi ognora coperti d'immense ed inviolabili selve, i gioghi e i dorsi de' monti, dove avevano le loro sorgenti quelle grandi riviere, non solo n'erano minori le piene, ma succedevano queste con un periodo e con una gradazione così uniforme e regolare che in vece di essere micidiali alle province per cui passavano, come lo sono spesso tra noi, dive-

nivano ben'anzi stromento di fertilità e di ricchezza, offerendo il modo d'irrigare e fecondare col pingue lor limo vastissime campagne (1).

Uno de' due principali influenti che formavano il Nilo, era chiamato col nome d'acqua ch'esce dalle tenebre, additando con ciò l'ombra cupa ed eterna delle oscure foreste dove aveva l'origine (2).

È poi noto che il Nilo cresceva ogni anno gradatamente per un certo numero di giorni, e per altrettanti andava con egual regolarità decrescendo. Gli Egizi stavano aspettando le piene del fiume come un dono segnalato del cielo e come un pegno sicuro di abbondanza e di ricchezza. E se qualche fiata non giun-

---

(1) *Nilus arenoso, et sitienti solo et aquam inducit, et terram, debetque illi Ægyptus non solum fertilitatem terrarum, sed terras ipsas. Plin.,* Hist. nat., lib. 5, n. 10.

Sen., *Nat. quaest., lib. 4, cap. 2.*

Strab., *Geogr. lib. 16, dove parla dell'Assiria.*

(2) *Laevo alveo* Astabores *dictus est, hoc est ramus aquae venientis e tenebris. Plin.,* Hist. nat., ibidem ut supra.

Cluver., *Introd. geogr., lib. 6, cap. 3.*

geva la piena all'usato segno, ciò riguardavasi come una calamità e come un effetto dell'ira degli Dei (1).

Anche il Po aveva una volta escrescenze molto più rade e più regolari, di quello che abbia presentemente, dopochè si denudarono e si distrussero le coste selvose delle Alpi e degli Appennini (2).

Ma poichè siamo pur condannati a vedere i nostri torrenti, e i nostri fiumi, gonfiarsi strabocchevolmente e quasi ad ogni istante, veggiamo almeno se intraveder si possa qualche regola e legge costante della natura, anche in mezzo al sovvertimento e trambusto delle fiumane, come si era indicato alla fine del capo precedente.

---

(1) *Nilus... incipit crescere luna nova, quaecumque post solstitium est, et residit in virgine, iisdem, quibus adcrevit, modis, etc.* Hist. nat., lib. 3, n. 10.

(2) *Padus... nulli amnium claritate inferior, augetur ad canis ortus, liquatis nivibus, agris, quamvis torrentior, nil tamen ex rapto sibi vindicans, etc.* Id. *Plin.*, Hist. nat., lib. 3, n. 20.

CAPO VI.

Degli effetti delle piene, e in prima della elevazione e mutazione dei letti de' fiumi.

Due sono i principali e grandi effetti delle piene. Il primo è la progressiva elevazione e mutazione di letto, de' torrenti e de' fiumi: il secondo la sovversione del fondo, delle ripe, delle dighe e di tutto ciò che noi ci sforziamo di erigere contro la violenza delle acque.

In questo capitolo parleremo del primo effetto; a suo luogo del secondo.

Quasi tutti i fiumi nelle loro escrescenze traggono seco, come si è già indicato, una gran quantità di ghiaje, di arene e di terre.

Il Saussure, ne' suoi Viaggi dell'Alpi, ci dipinge assai bene i torrenti che discendono pregni di terre, di ardesie disciolte, di frammenti di roccie e di tufi, e l'onde nere e dense come poltiglia che vanno a rompersi tra i sassi con suono rauco e lugubre (1).

(1) De Saussure, *Voyag. dans les Alpes.*

Immensi depositi si trovano di queste materie nei monti e nelle valli, onde nascono o passano le acque correnti; anzi v'ha montagne intere, nonchè monti e colline, non d'altro composte che di enormi accumulazioni di ghiaje e di arene, le quali, standο impaniate, dirò così, nelle crete e nelle argille, si disimpegnano poi, e cadono nel fondo della valle e nel letto del torrente, allorchè la pioggia stempera e discioglie il cemento che le teneva collegate.

Da ciò procedono quegli orridi precipizj e scoscendimenti che si veggono sull'erte pendici de' nostri monti, dopochè gli abbiamo noi stessi, come si è detto poc'anzi, con le nostre proprie mani disposti a diruparsi e sfasciarsi, togliendo loro il presidio degli alberi che li vestivano e li stringevano; giacchè le forti radici delle quercie, de' faggi, de' pini e di simili piante, legano insieme e rassodano le pietre e le ghiaje de' monti, a un di presso come da noi si tengono unite con chiovi e catene di ferro le vecchie mura delle nostre torri che minacciano rovina.

Ora tali materie, cadute nelle valli e trascinate dalle acque, combinandosi, e variamente intralciandosi fra loro, sono quelle appunto cha cagionano le piagge, i greti, i dossi, i renaj, le isole, le diramazioni e le variazioni del letto de' fiumi.

Vero è che l'arrotamento e lo strofinío delle pietre e de' sassi travolti dalle acque e stritolati uno contro l'altro, ne va limando a poco a poco la scabra superficie, ne spunta gli angoli, e ne diminuisce col tempo la mole; ma vedremo a suo luogo che questa sola cagione, tuttochè giustamente da valutarsi, non basta, come alcuni credettero, a bilanciar l'effetto della enorme sopravvenienza delle ghiaje.

Infatti non si ha che a consultare gli annali de' nostri paesi o piuttosto ad esaminar cogli occhi proprj i letti de' nostri torrenti e dei nostri fiumi per convincerci del loro rapido rialzamento.

Gli alvei attuali de' fiumi, così elevati e tenuti quasi per aria a forza d'argini, come si è detto; i condotti scolatizj di vaste campagne ridotti già inoperosi per essere più bassi

del fiume; gli archi de' vecchi ponti pressochè totalmente acciecati ed ostrutti; le antiche case e borghi, e parti intere di città, fabbricate ne' tempi addietro sulle sponde de' fiumi, ora mezzo sepolte dall'alzamento progressivo degli argini dovuti erigersi per salvarle dalle inondazioni, queste ed infinite altre osservazioni ne fanno una prova incontestabile.

Il Viviani, nel suo celebre Discorso sull'Arno, dimostra con lunga serie di fatti, che erano sotto gli occhi de' suoi concittadini, quanto si fossero già elevati al suo tempo i letti de' fiumi in Toscana.

Molti scrittori fecero le stesse osservazioni sopra i fiumi della Lombardia.

È dunque certa e visibile la elevazione progressiva de' nostri letti de' fiumi.

Non è però difficile a chi bene osserva di scoprire un ordine anche in questo strascinamento ed ammasso di materie, benchè paja cieco e fortuito.

Egli è certo in primo luogo che le deposizioni delle ghiaje si formano a grado a grado e per istrati. Ecco come ciò avvenga.

Non sempre le piogge sono equabilmente diffuse sopra tutta la superficie de' monti, che formano, per così dire, il territorio del fiume. Esse si concentrano talvolta in un sito solo.

Si fa dunque allora una piena in un luogo e in un torrente, quando non v'è alterazione alcuna in un altro.

Ora il torrente cresciuto entrando nel fiume basso e in un letto più largo e meno declive, perde della sua velocità e forza, ed è quindi costretto a lasciarvi le materie che portava seco.

Quand'anche poi fossero le piogge uniformi ed equabilmente diffuse, le valli sono più o meno distanti dal fiume, e portano le lor acque, quali più presto, e quali più tardi, nel comun recipiente.

È dunque naturale che vi giunga prima dell'altre la piena dell'influente più prossimo, con tutto l'attiraglio delle sue ghiaje. Ciò forma un primo strato.

Succede quindi la piena dell'influente un po' più lontano, e vi lascia un secondo strato.

Lo stesso fa quella che arriva piu tardi, perchè muove da più remota valle e ha do-

vuto fare un viaggio più lungo; e così uno strato servendo di appoggio all'altro, va sempre più elevandosi e riempiendosi il letto del fiume.

A ciò pur confluisce generalmente la breve durata delle fiumane che sopravvengono con furia a' nostri giorni, e cessano quasi repentinamente per le ragioni che abbiamo di sopra vedute. Troncandosi così alle acque la forza tutto ad un tratto, il decubito delle ghiaje debb'essere ancora più pronto e maggiore.

Ma oltre la progressiva applicazione degli strati uno sopra l'altro, vi è pure anche nella distribuzione delle diverse materie lungo il corso dell'acque, una gradazione e un ordine che si rimarca costante.

Venendo sempre meno la pendenza dei fiumi, secondochè si vanno essi allontanando dai monti, ne segue che lasciar debbano indietro primieramente i corpi più pesanti e poi di mano in mano i più leggieri.

Quindi l'acqua, prima di tutto, abbandona le pietre di maggior mole e di figure angolose ed irregolari: più tardi lascia i sassi e i ciot-

toli rotondi e più atti a ruzzolare sul fondo: indi depone le ghiaje e le arene più grosse, poi le brecce sottili, e finalmente le terre più fine e più pingui, portandone anche una parte sino alle foci, e nel seno stesso del mare.

Potrebbe dirsi a questo riguardo che i torrenti abbiano in certo modo il carattere dei ladroni, i quali, se sieno inseguiti, gettano il bottino più grosso e voluminoso che impedisce loro la fuga, contentandosi di portar seco le cose più preziose e leggiere.

Non è poi difficile il conoscere con quali leggi saranno spinte le ghiaje.

Se, per esempio, sieno dati due fiumi uguali e con pendenze pari, la distanza, a cui verranno spinte le ghiaje, sarà in ragion inversa della loro grossezza ed irregolarità di figura, chiaro essendo che quanto più pesanti e più difficili al moto sono le materie, tanto minor viaggio potranno fare col medesimo impulso.

Ma se, date tutte le altre cose pari, sieno diverse le pendenze, sarà il cammino delle ghiaje in ragion diretta delle pendenze stesse, giacchè tanto più lungi discorreranno le ma-

terie, quanto più ripido sarà il declivio dei piani. Così si ragioni in tutti gli altri casi.

V'è dunque per ogni fiume un certo limite o confine, ove possono giungere le ghiaje. Questo limite varia per appunto secondo la grandezza e figura delle materie, secondo la maggiore o minor massa d'acqua, secondo la differenza del pendio.

Perciò gl'idraulici molto bene divisero i fiumi in tronchi superiori ed inferiori, chiamando i primi quelli che partono dall'origine del fiume e giungono fino all'ultimo limite delle ghiaje, ed i secondi quelli che cominciano dal finir di queste, e si stendono sino alle foci.

Ora da ciò che si è detto ne segue naturalmente la necessità della continua variazione del corso de' torrenti e de' fiumi nei tronchi superiori.

Trovando l'acqua impedito ed ingombrato l'alveo dalle progressive deposizioni delle ghiaje essa lo abbandona per andarsene in cerca di un altro, e dopo questo, ancora di un nuovo, e così sempre, finchè, riempiti e lasciati suc-

cessivamente, tutti gli alvei, ritorni poi nel corso de' tempi al letto primiero.

Perciocchè quello strascico di ghiaje o piuttosto quella specie di lava che vi conduce il torrente, e che forma i greti e le piagge, come si è detto, rimanendo in asciutto al calar della piena, s'indurisce e s'impietra a grado che per molti anni non hanno più forza le fiumane di smuoverla.

Ma quando sia dal tempo indebolito a poco a poco quel legame tenace, allora il piaggione, dirò così, snocciolato divien nuovamente attaccabile dall'acqua.

Così ella sempre cangiando di luogo nei tronchi superiori, e mai d'incostanza, lascia ciò che si aveva preso, e ripiglia ciò che aveva lasciato. L'acqua è come quella maga di Circe che si strascinava ognor dietro uno stuolo di amanti, ma tostochè avevano questi posseduto il suo letto, lasciavali sotto varie forme, e volgevasi altrove a cercarne degli altri.

Risulta quindi che un fiume reale non potrà giammai stabilire il suo corso, se non quando non riceverà più alcun influente che

corra in ghiaja. E infatti, se lo ricevesse, in breve le materie da quest'ultimo condotte ne occuperebbero l'alveo per modo che sarebbe costretto a mutar di corso ed a rivolgersi dove trovasse un più facile e libero cammino.

Ciò appunto è accaduto, come si sa dalle storie, al Po ne' secoli addietro, allorchè, spinto dai torrenti che discendevano dalle Alpi e risospinto da quelli che precipitavano dagli Appennini, dovette andar lungamente ramingo, portando qua e là la sede del regno, sino a che, piegandosi opportunamente or a destra, or a manca, si acconciò finalmente in un sito, dove gl' influenti avevano ormai deposto il feroce costume di correre in ghiaja (1).

Egli è perciò che la saggia ed accorta architettrice d'acque, la natura, sempre allunga con varie tortuosità il corso de' torrenti, dopochè sboccarono dalle valli che li tenevano per forza uniti, e loro destina larghi renai e piagge deserte, ove abbiano campo di deponervi le ghiaje, prima che arrivino a mesco-

(1) Guglielm., *Nat. de' fiumi*, *cap.* 9. Frisio, *De' fiumi e torr. lib.* 1, *cap.* 5.

lar le loro acque con fiumi navigabili che hanno già stabilito il loro corso.

Ora si rende più manifesta la regola già indicata nel capitolo terzo, cioè, che se può convenire la rettificazione e nuova inalveazione de' tronchi inferiori de' fiumi, essa è per lo meno inutile, se non anche dannosa, ne' tronchi superiori che corrono in ghiaja.

Abbreviandosi con la rettificazione il corso del fiume, e quindi accrescendosene il pendio, la rapidità e la forza, potrà l'acqua spingere più di lontano le ghiaje, come si è mostrato, e portarle ad ingombrare anco il tronco inferiore, dove prima non giungevano.

E prescindendo anche dall'accelerazione e rapidità dell'acqua, basterebbe a produr questo effetto la sola maggior attitudine che acquistano le ghiaje di scorrere, anco da sè stesse e con piccolo urto, sopra un piano più inclinato e più ripido.

Concorrendo poi tutte e due le cause insieme, tanto più facile e copioso render si deve il discorrimento e la protrazion delle ghiaje ne' tronchi inferiori.

Una eccezione potrebbe aver luogo soltanto, allorchè il torrente andasse direttamente a scaricarsi e perdersi, o in vasti deserti, o in qualche gran lago, o nell'immenso ricettacolo del mare. Ma questa combinazione è ben rara, e noi parliamo degli altri casi più frequenti ed ordinari, quando il torrente va a sboccare in un fiume che non conduce più ghiaja.

Allora la rettificazione del torrente portando, come si è detto, le materie più grosse e pesanti nel seno stesso del fiume, ed occupandone il letto che prima n'era scevro ed immune, è forza ch'esso sloggi, dirò così, ed altrove trasporti il suo domicilio. Sono le ghiaje ospiti indiscreti, che giungono ad occupare tutta l'abitazione, ed a cacciar il padrone fuori di casa.

Nè da queste rettificazioni può sperarsi nemmeno che segua un benefizio, se non che breve ed effimero, alle parti superiori che si contempla in tal guisa di preservare dalle invasioni del torrente.

Perciocchè accumulandosi di nuovo le ghiaje a cominciar dall'ultimo limite, tuttochè più

lontano, a cui per virtù delle nuove operazioni saranno spinte, ed alle spalle di queste aggiungendosi via via le sopravvegnenti, tornerà ben presto il torrente al primo giuoco, e riprenderà l'antico genio di cambiar di letto.

L'esperienze che si fecero sull'Arno, sul Reno, sulla Dora e sopra molti altri fiumi che corrono in ghiaja, dimostrano quanto sia pericoloso il discostarsi dalla regola indicata, e con quanta circospezione e timore debba un prudente idraulico por mano, qualora per singolari circostanze vi fosse costretto, a siffatte operazioni (1).

Più animoso al contrario potrà essere l'architetto d'acque nella rettificazione ed inalveazione de' tronchi inferiori de' fiumi, i quali, non conducendo che arene e terree particelle, sono anche più docili, e soffrono di essere ristretti in alvei più brevi e più regolari.

Accrescendosi con ciò la velocità e la forza

(1) Gugliel., *Nat. de' fiumi, cap.* 9, *sopr. prop.* 5.
Fris., *De' fiumi e torr., lib.* 1, *cap.* 4.
Manfr., *Annotaz. alla nat. de' fiumi, cap.* 9.
Lecchi, *Dissertaz. prelim. de' tre torr.*

del fiume, si renderà esso più capace di solcare il proprio letto, e nell'afflusso delle nuove piene purgarlo da quelle deposizioni che nel declinare delle piene precedenti vi erano state lasciate.

Ho creduto necessario di dover un poco arrestarmi su questo proposito, per poter poi più fondatamente chiamare ad esame in appresso i vari sistemi sulle ghiaie e sulle rettificazioni de' torrenti e de' fiumi.

È dunque chiaro che le piene sono la causa dell'alzamento del fondo de' fiumi e della mutazione del loro corso; che l'immensa accumulazione delle ghiaje e delle terre, rapite ai monti e alle valli, sono quelle che costringono l'acque ad invadere or questo, or quello dei nostri paesi; che queste successive rivoluzioni si fanno però con un ordine che nell'orrida commistione e sbattimento di tante materie non parrebbe possibile; che vengon esse materie distribuite lungo il corso de' fiumi con una regola costante; che la distanza, a cui sono portate, può facilmente calcolarsi dietro i dati della loro mole e figura, della pendenza

de' piani e della massa dell'acque; che da ciò è determinato in ogni fiume un ultimo limite delle ghiaje, limite che non sarebbe prudenza l'alterare; che i fiumi di corso stabilito e navigabili, non possono ricevere impunemente e senza grave sconcerto altre acque che quelle le quali portano materie omogenee alle loro proprie; che appunto per questo la natura prolunga d'ordinario o rende tortuoso il corso de' torrenti, quando uscirono dalle valli, perchè abbiano tempo di lasciar indietro le ghiaje, le quali perpetuerebbero lo sconcerto delle riviere, senza che queste mai potessero fissare un corso regolare e permanente; ch'essa infine con ciò ci ammaestra in qual maniera dobbiamo, imitandola, dirigerci nella disciplina e regolazione de' tronchi superiori ed inferiori de' fiumi.

Ma troppo interessante è questo articolo delle ghiaje, arene, terre ed altre materie portate dalle fiumane, per non eccitare la nostra curiosità di conoscere ancor più da vicino la loro derivazione, la quantità e gli effetti prodigiosi che possono produrre.

CAPO VII.

Delle ghiaje, arene, terre ed altre materie che sono condotte dai fiumi nelle piene.

Il Guglielmini, vedendo che le ghiaje non si accordavano guari col suo sistema, pensò e credette, nè difficile è il credere ciò che attaglia, ch'esse, a misura che vengono portate dalle acque nei letti de' torrenti e dei fiumi, si vadano pel continuo loro sfregamento risolvendo in arene ed in tenui particelle, di modo che sieno esse tutte a mano a mano, per l'acquistata sottigliezza e leggerezza, condotte sino alle foci.

Il suono fragoroso che si sente nelle fiumane, e che nasce dallo sbattimento de' sassi travolti; la liscia superficie e la figura rotonda che acquistano le ghiaje nel rotolare e nell'urtarsi fra loro; la successiva diminuzione di mole, a proporzione che si scostano dai monti e che vanno soggette ad un più lungo attrito; queste osservazioni che son d'altronde

vere, venivano dal Guglielmini allegate in appoggio della sua teoria (1).

Il Frisio all'opposto, ed il Belgrado, sostennero un parere totalmente contrario, e vollero che le ghiaje, una volta che sieno entrate negli alvei de' torrenti e de' fiumi, vi rimangano eternamente ghiaje, senza soffrir giammai una sensibile diminuzione di mole o alterazion di figura (2).

Pretesero poi, e il primo massimamente, di provare l'assunto con parecchie sperienze, le quali consistevano nell'arrotare sopra una cote, come si fa de' coltelli per affilarli, varie sorta di pietre, ovvero nel farle scuotere lungamente da nerborute braccia in casse di legno ben munite (3).

---

(1) Non è dunque maraviglia se gli alvei dei fiumi non si riempiono per lo continuo entrarvi delle ghiaje, essendo equilibrata, per così dire, la quantità di esse che giornalmente entra nell'alveo, col consumo che se ne fa.

Guglielm., *Nat. de' fiumi*, *cap. V*, *prop.* 5.

(2) Belgrado, *Dissertazione sulla diminuzione della mole de' sassi.*

Idem, *Diss. sui torrenti.*

(3) Male hanno pensato coloro, i quali vollero

Ora in cotali sperimenti più volte ripetuti non ha mai potuto il Frisio ottenere se non poca polvere bianca e sottilissima, la quale, infusa che fosse nell'acqua, parte scendeva al fondo, parte volteggiava nel fluido, e parte stavasi a galla in sulla superficie.

Se dunque un sì fiero tormento, se la forza radente delle ruote, se il cozzo e la percossa non ponno giungere a conseguir dai sassi che un po' di polviglio, com'è possibile che le acque abbiano la forza di logorarli e consumarli? (1).

Il Bernard che preferisce quasi sempre le opinioni contrarie a quelle degl'Italiani, non poteva essere nè del parere del Frisio, nè di quello del Guglielmini (2).

---

che i sassi strascinati dall'acque, urtandosi, acquistassero la figura rotonda, ecc.

Frisio, *De' fiumi e torr. che corrono in ghiaja, lib.* 1, *cap.* 2.

(1) Dunque l'urto e il dibattimento, ecc., non potrà mai risolver le ghiaje in arene, nè in polvere, nè diminuirle sensibilmente di peso.

Frisio, *Ibidem ut supra.*

(2) *C'est sur ces principes faux que porte toute*

Secondo lui egli è un inganno il credere che le ghiaje sieno portate dai fiumi. Volete che vengano dalle montagne e dalle prime origini dell'acque correnti? Sono queste allora troppo picciole per aver la forza di smuovere e cacciar avanti le pietre. Volete che procedano dalle pendici de' monti, e dalle acque già unite in fiumi? Allora troppo dolce è il declivio de' piani, perchè le ghiaje vi possano scorrere (1).

Quelle perciò che ora si trovano ne' letti de' torrenti e de' fiumi, vi furono sempre fino dal principio del mondo. Le acque non fanno che scoprirle di tratto in tratto, col portar via le terre, in cui giacevano sepolte, come

---

l'ouvrage de Guglielmini. Bernard, Disc. Prélim. hist. et crit.

Les principes du P. Frisi sont à-la-fois inexacts et contradictoires, Id. ibidem.

Je ne m'arrête pas à réléver toutes les erreurs qu'on trouve dans les divers ouvrages... des Auteurs Italiens. Id. ibid.

(1) *Il est incontestable que le nombre des cailloux n'augmente point dans le lit d'un fleuve et dans celui des torrens, qui servent à le former, etc.* *Idem.* Ibid. chap. 3, sect. 10, n. 310.

noi facciamo co' sassi che si trovano da' più remoti secoli nei nostri poderi, e che coll'aratro andiamo in ogni anno rivoltando, facendo ricomparire ora questi ed ora quelli.

Ecco dunque tre opinioni affatto diverse sulle ghiaje. Per la prima, tutte quelle che sono strascinate dall'acque nell'afflusso delle fiumane, si consumano intieramente dagli urti ed attriti. Per la seconda, tutte si vanno ammucchiando, strato sopra strato, negli alvei de' fiumi, e vi restano perpetuamente. Per la terza, non v'è nè trasporto, nè accumulazione alcuna di nuove ghiaje, ma quelle che ora si veggono nei letti de' fiumi già vi erano sin dai primi giorni della terra, nè altro fa l'acqua che dissotterrarle nel suo cammino.

Egli è ben facile l'accorgersi che tutte queste opinioni sono spinte all'eccesso.

Com'è possibile che l'immenso cumulo di pietre ed altre materie che sono condotte dalle acque nelle lor piene, possano tutte, a detta del Guglielmini, logorarsi e consumarsi nelle poche ore in cui dura l'impeto della fiumana, e nel breve spazio che v'è dai monti all'ul-

timo limite delle ghiaje, massime se si rifletta che i sassi perdono una parte del loro peso nell'acqua, e quindi ne sono gli urti più deboli, e che la figura irregolare delle ghiaje fa che molte obbliquamente si pieghino e si ritirino alle sponde, scansando in tal guisa gli incontri e le percosse?

Che se si trovano più sottili le ghiaje, a misura che si scostano dai monti, ciò non è perchè abbiano potuto consumarsi in un tratto così breve, ma perchè, come si è detto nel capo precedente, venendo meno la pendenza de' piani e la rapidità dell'acqua, convien che le ghiaje più grosse e più pesanti sieno lasciate indietro le prime, poscia le minori, e finalmente le più sottili e leggiere.

Come dall'altro canto può credersi col Belgrado e col Frisio che un sì orribile sbattimento e conflitto de' sassi, come quello che nasce nel tumulto e soqquadro delle fiumane, non debba spuntare, rompere e triturare una qualche porzione di ghiaje, e renderle più tenui e capaci di essere trasportate più lungi ed anco sino alle foci? E ciò tanto più che

essi stessi, non senza implicanza, concedono, doversi attribuire la rotondità, la navigazione e la minor mole de' ciottoli al lungo strisciamento ed attrito (1)?

Come finalmente si può chiudere, col Bernard, gli occhi a ciò che v'è di più manifesto, e sostenere, ad onta della visibile e sempre maggior degradazione delle nostre montagne, che non cadono da esse nè ghiaje, nè arene, nè terre, e che non si alzano nè poco, nè molto i letti dei nostri torrenti e de' nostri fiumi?

Cotali stravaganze e contraddizioni sono senza dubbio l'effetto dello spirito di partito. Lasciamo ciò che v'è di esagerato e di falso in cotesti sistemi, e prendiamo ciò che v'è di buono e di vero in ognuno di essi.

Egli è innegabile che dalle coste scoscese delle montagne, dopo massime l'estirpazione

---

(1) L'urto e il dibattimento reciproco potrà bensì rendere qualche volta le pietre più lisce e più polite, e così farvi qualche diminuzione di mole, mutazion di figura, assottigliamento di superficie, ecc. Frisio, *Loc. cit. ut supra*.

de' boschi e il dissodamento di que' rapidi luoghi, precipita nelle valli una strabocchevole quantità di materie; che le acque ne formano un immenso lavacro, e quasi lissivio, per cui le parti terree, più fine e più lievi, restando sospese nel fluido, vanno poi depositandosi a mano a mano per tutto il corso de' fiumi; che le ghiaje e le arene più grosse, dilavate ed ignude, quasi che fossero state cribrate in un vaglio, rimangono più indietro e ne' tronchi superiori, dove vi formano successivamente strati sopra strati; che una porzione di cotester ghiaje, sfregandosi e stritolandosi fra loro si risolve col tempo in parti minori, sicchè possano essere trasportate più innanzi e dove non giungerebbero, se conservassero la primiera mole e figura; che però questo tardo e graduato assottigliamento d'una sola porzione delle ghiaje non può compensare giammai la loro enorme e rapida sopravvenienza; che s'incontrano, è vero, talvolta sul cammino de' fiumi, anco in distanza dai monti e nelle pianure stesse, dei banchi e degli strati di ghiaje, le quali non possono esservi state con-

dotte dal fiume che ora esiste, e le quali, unitamente a tante altre luminose prove, attestano le antiche rivoluzioni del nostro globo, ma si avrebbe nulladimeno torto di trarre da questo fatto una deduzion generale, quella cioè che non cadano da' monti nuove ghiaje, e che non n'entri alcuna nuova quantità negli alvei de' fiumi.

Or gioverà non poco, com'io credo, il formarsi una vera idea di questa massa di materie che discendono continuamente dalle montagne, e sono portate dalle acque negli alvei delle riviere. Non v'è forse cosa che sia più propria di questa per farci conoscere quale esser possa il miglior metodo e sistema di reggere i nostri fiumi.

Par veramente a primo aspetto che debba riuscire assai difficile, e pressochè impossibile, il calcolare, nemmen per approssimazione, la quantità di tante materie così diverse di mole, di figura, di peso, altre che galleggiano, altre che stanno immerse e natanti nell'acqua, altre che strisciano o son rotolate sul fondo, altre che, cadute nel letto

de' fiumi, vi si arrestano per secoli, e non fanno qualche passo, se non che nelle piene più furiose e straordinarie. Ciò non ostante mi sembra che con quella sola maniera di ragionare di cui ci serviamo nelle nostre usuali e domestiche faccende, noi possiamo di molto avvicinarci al vero.

Se da noi si conoscesse la massa d'acqua torbida, ch'entra nel corso dell'anno in un dato fiume, e la proporzione che hanno le ghiaje, terre ed altre materie, con questa massa d'acqua si saprebbe ciò che andiamo cercando. Perciocchè se il fiume conducesse, per esempio, in un anno cento milioni di piedi cubici d'acqua torbida, e se quest'acqua contenesse dieci parti di ghiaja, sabbia e limo per ogni cento, io direi francamente che il fiume trae seco in un anno dieci milioni di piedi cubici di materie, nè potrei rigettar questo calcolo, per quanto io volessi esser cauto e guardingo.

Noi non abbiamo dunque bisogno che di avere due dati: cioè, quanta sia l'acqua torbida ch'entra nel fiume, e quanto essa contenga di materie straniere.

Ora facciamoci arditi, e tentiamo di conoscere la massa delle materie che sono condotte dal Po, e da tutti i suoi influenti, nel corso d'un anno.

Tutta quella superficie di montagne, di colli, di costiere, di valli e di campagne inclinate, che tributano le loro acque al Po, si calcola che sia di trentamila miglia quadrate, pari, cioè, ad un rettangolo, o ad una gran piazza di trecento miglia in lunghezza e di cento in larghezza (1). Secondo Kant cotesta superficie sarebbe molto maggiore; ma nel passo, dove quel geografo fisico parla di ciò, è corso senza dubbio un errore (2).

Un nostro miglio quadrato è uguale, come

---

(1) Zendr., *Leggi e Fenom. ecc., cap. VII, n.* 8.

(2) Kant, *Geogr. Fis.*, *tom.* 5, *n.* 6.

Simile sbaglio dee pur essere sfuggito nell'opera del chiarissimo co. Filiasi, dove si dice che il Po riceve le acque di 45600 miglia quadrate, giacchè premise in sul principio egli stesso, che la gran vallata circompadana può aver 300 miglia in lunghezza, ma in larghezza ragguagliata non più di 100. Filiasi, *Rifless. sui fiumi e le lagune*, *cap.* 1, *pag.* 5. *Id. ibid. pag.* 3.

si sa, a 25 milioni di piedi quadrati. Dunque l'area della gran vallata del Po sarà di milioni 750 mila di piedi quadrati.

Ora dalle più accurate sperienze che si vanno in Italia facendo da più d'un secolo, dal Manfredi al nostro celebre Oriani, risulta che le acque cadenti ogni anno dal cielo sopra l'area summenzionata, sono per lo meno, preso un termine medio, di 48 pollici; poichè al piano giungendo esse a trenta pollici circa, e fra i monti, e nelle valli, perfino a più di novanta, si potrebbe dire giustamente che il termine medio fosse quello di pollici 60. Infatti per questo motivo senza manco ha lo Zendrini valutata l'annua quantità dell'acque cadenti dal cielo nei nostri paesi a pollici 62 (1).

Ma perchè non possa dubitarsi del calcolo, poniamo che siano da per tutto, il monte compensando il piano, di soli pollici 48, o sia di piedi 4, il che vuol dire nel linguaggio meteorologico, che se tutte le acque delle piogge e delle nevi che cadono in un anno sopra

---

(1) Zendrini, *Leggi e fenom.*, *cap. VII, n.* 12.

l'area della gran vallata del Po, fossero su di essa raccolte ed equabilmente distribuite, giungerebbero all'altezza di piedi quattro.

Ma quest'area de' paesi, che porgono acque al Po, è di milioni 750 mila di piedi quadrati, come abbiamo testè veduto; dunque tutta l'acqua cadente in un anno sopra di essa sarà di tre bilioni di piedi cubici.

Ora due grandi sottrazioni far si debbono da cotesta massa. Primieramente non tutta l'acqua che cade dal cielo viene a congregarsi nel fiume. Molta è assorbita dalla terra, molta dalle piante, molta rapita dai venti, molta svaporata dal sole (1). In secondo luogo quella che rimane e che si riduce a scorrere nel fiume, non è sempre torbida, ma per qualche tempo dell'anno si mantiene chiara e quasi scevera di materie. Veggiamo dunque quanto si debba detrarre per una ragione e quanto per l'altra.

Eustachio Manfredi, nel suo bel Trattato sull'alzamento della superficie del mare, crede

---

(1) Vedi il cap. XV di questa I parte.

che di tutta l'acqua che viene dal cielo, un terzo solo entri negli alvei de' torrenti e dei fiumi, e gli altri due terzi sieno o bevuti, o attratti, come si è detto, dalle terre, dagli arbori, dai venti, dai raggi solari (1).

Avvegnachè però sia molto autorevole il parere di sì grand'uomo, io stimo prudente il seguire anche in ciò la norma che mi sono prescritta, quella, cioè, di tenermi piuttosto al di qua, che di andare al di là del vero. Io dunque voglio supporre, che non già due terzi soli, ma quattro quinti delle acque sieno, come sopra, disperse e consumate, e che un quinto solo delle medesime sia quello ch'entra ne' fiumi. Prendendo dunque la sola quinta parte della massa dell'acqua cadente in un anno sul territorio del Po, la quale si è appunto trovata di tre bilioni di piedi cubici, si riduce la medesima, come ognuno ben vede, a milioni secentomila.

Ma ora nuovamente da questa si dee de-

---

(1) Eust. Manfr., *Sopra l'alzarsi che fa di cont. la superf. del mare.*

trarne un' altra porzione, quella, cioè, che scorre fra l'anno nelle riviere limpida e pura.

Egli è certo che nelle piene le acque dei torrenti e de' fiumi crescono smisuratamente più di quello ch'erano prima, non solo perchè si aumenta di gran lunga la loro massa, ma eziandio perchè si fa maggiore la loro velocità, il che singolarmente merita riflesso. Perciocchè se un fiume cresca venti volte di corpo ed insieme acquisti una velocità tripla, la quantità dell'acqua ch'esso scarica in tempo pari, non è già solo venti volte, ma sessanta, come si è già mostrato, maggiore. Quindi in un giorno solo il Po gonfio può scaricar tanta acqua, quanta ne passa in un mese quando è bassa (1). Egli è pur manifesto che le piene

(1) Posta la larghezza di una sezione del Po basso piedi 300, l'altezza ragguagliata 6, la velocità 4, e nel Po alto posta la prima 900, la seconda 33, la terza 8; il che è assai prossimo al vero, sarà l'acqua che passa in tempo pari nel Po basso a quella che passa nel Po alto come 7,200 a 237,600, o sia come 1 a 33. Ma se si confrontino le acque del Po bassissimo con quelle del Po altissimo, le differenze sono ancora di gran lunga maggiori.

son ora divenute sempre più frequenti e strabocchevoli.

Per questi motivi si è creduto da molti esperti idraulici che le acque limpide dei fiumi non potessero tutto al più calcolarsi che per una quinta o sesta parte della massa. Non è senza dubbio mal fondata questa opinione, ma pure io sarò, secondo il mio istituto, anche in ciò più condiscendente, e concederò che la porzione dell'acque chiare sia un terzo del tutto.

Sottratto adunque dalla massa sopra indicata di milioni secentomila di piedi cubici un terzo, cioè milioni dugentomila, rimarranno l'acque torbide che sono condotte in un anno dal Po e da tutti i suoi influenti, milioni quattrocentomila di piedi cubici.

Ora che abbiamo trovata la quantità dell'acqua torbida, ch'era il primo dato, passiamo ad indagare quanto di materie straniere si contenga in quest'acqua, ch'è il dato secondo.

Prima di fare le più accurate osservazioni ed esperienze sul proposito, io era per verità persuaso che coteste materie di tante sorta,

di cui è pregna e grave l'acqua delle fiumane, dovessero costituire una buona parte di essa.

Il color fosco e sudicio dell'acqua in tempo di piena; il pantano e la belletta, che si depone per ogni dove, e che forma una specie d'involucro e di crosta, perfino intorno ai sassi i più levigati e rotondi; l'oppilazion dei condotti e de' canali che in poche ore si riempiono allora di limo; lo strascinamento di gran copia di ghiaje, che si annunzia con un romorio continuo, massime ne' tronchi superiori, e che imprime alla fiumana una certa gravità terribile; le grandi deposizioni ed ammassi fortuiti di materie che formano banchi ed isole intere in una sola piena; tutte queste ed altre circostanze mi facevano credere che l'acqua delle fiumane fosse una specie di denso ranno, di poltiglia o di altro miscuglio liquido e scorrente.

Le autorità di scrittori rispettabili mi confermavano in questa credenza.

Il Varenio nella sua Geografia parla di fiumi che conducono un terzo di sabbia e di terra (1).

(1) Varen., *Georg. Ger.*, *lib.* 1, *cap.* 18.

Il Groto sosteneva che lo stesso fosse del Po da circa due secoli, allorchè non erano così ruinate le montagne, come lo sono presentemente (1).

Il Riccioli, il Moscatelli, il Corradi ed altri matematici ed ingegneri, portavano la stessa opinione riguardo al Reno di Bologna: essi dicevano che la sua terza parte fluente fosse sabbia e terra (2).

Ad onta però di queste autorità, per conoscere con più di precisione la quantità di dette materie, mi sono posto ad istituire e ripetere un gran numero di sperimenti sopra molti de' nostri torrenti e fiumi, e ciò col lasciar deporre in appositi vasi le acque torbide, prese in varie epoche delle piene, e a varie altezze, giacchè cresce o scema la quan-

(1) Quando il Po vien torbido, se noi coglieremo una caraffa delle sue acque e le concederemo spazio che si schiari, e deponga il torbido al fondo, troveremo che la terza parte sia fango.

Groto, *Oraz. IX recit. in Venezia nel pien collegio.*

(2) Riccioli, *Georg.*, *lib.* 6, *cap.* 30.

Ceva e Moscat., *Sulla immiss. di Reno in Po.*

tità delle materie, secondo che la fiumana si trova nell'afflusso, nel colmo o nella declinazione, e secondo che si prende l'acqua alla superficie, nel mezzo o verso il fondo del fiume.

Ora fra tutti questi dati pigliando un termine medio, mi è risultato in un gran numero de' nostri torrenti e fiumi che di cento parti d'acqua torbida sei solamente possono stimarsi di ghiaja, sabbia, arena, terre ed altre materie.

Ma la massa dell'acque torbide del Po, e di tutti i suoi influenti, fu rinvenuta poc'anzi di milioni quattrocentomila di piedi cubici; dunque delle cento parti della medesima prendendone sei, noi avremo prossimamente la quantità vera delle materie che in un anno sono condotte dal Po, e dai suoi tributari. Ognuno vede che la detta quantità risulta per appunto di ventiquattromila milioni di piedi cubici.

Ora cerchiamo di farci una chiara e giusta idea di questa massa di materie, e rendiamola sensibile con esempi.

La più alta delle piramidi d'Egitto che

sussiste ancora dopo trenta secoli, e che fu sempre riguardata come una delle opere più maravigliose che sieno state fatte dalla potenza de' re e dalla forza unita delle nazioni, ha la base quadrata di piedi 693 di lato, ed ha piedi 499 di altezza (1). Se dunque la piramide fosse tutta massiccia, essa formerebbe un solido immenso di circa ottanta milioni di piedi cubici (2).

Ma la mole delle nostre materie ascende, come abbiamo veduto, a milioni ventiquattromila. Essa è dunque trecento volte maggiore della detta piramide, cosicchè se tutte coteste materie straniere, le quali si conducono dal Po e da' suoi influenti, si ammonticchiassero

(1) Maillet, *Descript. de l'Egyp.*
Shaw, *Voyag. dans plus. provin.*
Pockock, *Voyag. dans l'Orient, etc.*
Busching, *Geogr. Univ., tom. XXVIII.*

(2) Il prisma eretto sull' indicata base, e con la detta altezza sarebbe di 239'644,251 piedi cubici; ma la piramide eretta sulla medesima base, e con l'altezza del prisma, è un terzo di esso. Dunque la sua massa è di 79'881,417, o sia, come si è detto, prossimamente uguale a milioni 80.

in piramidi, esse formerebbero ogni anno sopra i piani di Lombardia trecento piramidi, tutte uguali alla più grande di quelle d'Egitto. Oh congerie immensa ed incredibile, se la ragione e l'esperienza non si unissero insieme per dimostrarla!

Ma si proceda innanzi con questo confronto interessante, e si cerchi di sapere, qual effetto produrrebbero le indicate materie sul Po, se tutte per avventura giungessero e si arrestassero in quel fiume reale.

Veggiamo solamente qual sia la capacità del grand'alveo del Po da Pavia al mare.

La lunghezza di questo immenso tronco è di circa dugento miglia, o sia di un milione di piedi. La sua larghezza media può computarsi di piedi secento, e l'altezza ragguagliata di piedi trentasei. Dunque la portata, o sia la capacità dell'alveo del Po da Pavia al mare è di milioni ventiduemila circa di piedi cubici. Ma la massa delle materie condotte ogni anno dal Po è di milioni ventiquattromila, come si è più volte detto; dunque se tutte coteste materie entrassero e si fer-

massero nel grand'alveo del Po da Pavia al mare, lo riempirebbero, ed interrirebbero affatto in meno di un anno. Vedremo a suo luogo perchè ciò non succeda sì presto.

Ecco come siam giunti finalmente passo passo a conoscere l'enorme e prodigiosa quantità delle materie che nello stato attuale di degradazione delle nostre montagne precipitano nelle valli, e sono strascinate dalle piene de' torrenti e de' fiumi.

Il calcolo che ne abbiamo fatto è il più ragionevole e moderato che far si possa. Esso si appoggia ad esperienze, a fatti, a giuste induzioni. Noi non possiamo dunque a buona equità rigettarlo. Ma se anche per soverchia cautela si volesse dibattere un terzo, una metà, due terzi, dalla massa delle materie che abbiamo determinata, resterebbero ancora cento le nostre piramidi lombarde, e il gran tronco del Po summentovato si ostruirebbe sempre, anche in questo ultimo caso, in men di tre anni, qualora le materie tutte in esso si arrestassero.

Queste nozioni erano indispensabili per po-

ter passare all'esame della più importante quistione che sia stata giammai nella scienza dell'acque, a' tempi antichi e moderni, quella, cioè, della disarginazione o arginazione dei fiumi. Non si saprebbe dire se il problema sia più idraulico, o economico-politico. A me sembra che sia del pari e l'uno e l'altro.

CAPO VIII.

Della disarginazione ed espansione de' fiumi, secondo la dottrina Egizia.

Fra i molti congressi ch'ebbero luogo in Italia sulle sponde de' suoi fiumi, onde por fine o almen tregua ai contrasti de' popoli e degli stati vicini, uno de' più celebri fu certamente quello che si tenne in Toscana nell'anno 1665 per riordinare il corso della Chiana.

Questo è appunto quel medesimo fiume, per cui era insorta nel senato di Roma quella controversia famosa che ci fu riferita da Tacito e che ho accennata di sopra (1).

(1) *Actum deinde in senatu, ab Arruntio et Ateio,*

Posta la Chiana fra il Tevere e l'Arno, e a vicenda respinta e risospinta dai popoli confinanti che vi erigevano argini contro argini, e sostegni contro sostegni, era divenuta un fiume sbandito e rifiutato da tutti, senza patria, senza foci, senza Dei tutelari. Vagando quindi, e ristagnando qua e là con le sue acque, si era convertita in una sì trista palude, che passò perfino in proverbio per esprimere tutto ciò che v'ha di più infetto e pestilenziale (1).

Commossi dallo squallore e dalle voci di quelle misere genti i governi di Roma e di

---

an ob moderandas Tiberis exundationes flumina verterentur ac lacus.... orantibus Florentinis, ne Clanis, solito alveo demotus, in amnem Arnum transferretur, idque ipsis perniciem afferret. Tac. Annal., lib. I. 79. Vedi cap. II di questa prima parte.

(1) Qual dolor fôra, se degli spedali
Di Valdichiana, tra il luglio e il settembre,
E di Maremma e di Sardigna i mali,
Fossero in una fossa tutti insembre, ecc.
Dante, Inf., Cant. 29.

Qui vi son volti lividi e confusi,
Perchè l'aere e la Chiana gli nimica, ecc.
Faz. degli Uber. Dittam., lib. 3.

Firenze, convocarono sulla faccia de' luoghi un congresso di personaggi distinti, di matematici e d'ingegneri, onde trovassero finalmente un rimedio a tanto disordine.

Primeggiavano però fra tutti i due grandi uomini, il Cassini e il Viviani, ambedue di età quasi pari, ambedue d'ingegno il più elevato, ambedue accesi da un immenso ardor di sapere.

Volle anche la sorte che si trovassero in luoghi, ove la terra, i fiumi, i laghi, le valli, gli antichi nomi richiamavano ad ogni passo grandi memorie, e risvegliavano sentimenti sublimi. La loro unione, che durò molti mesi, divenne celebre negli annali delle scienze.

Talora facevano disotterrar de' vasi e dei bassi rilievi in mezzo alle antiche e venerande ruine di città che più non esistono, e si udivano favellare con gran copia di erudizione della potenza, della ricchezza, delle scienze e delle arti degli Etruschi, il primo popolo colto d'Italia, e il maestro de' Romani, che poscia ne divennero i signori e ne distrussero, secondo il lor uso, le storie, i mónumenti e

la lingua. Dalla sola città di Volsinio quei fieri conquistatori trasportarono a Roma due mila statue (1).

Talora essi tracciavano, con Livio e con Polibio, il disastroso cammino che aveva tenuto Annibale dopo il fatto della Trebbia, e dicevano: " egli è laggiù verso l'Arno, dove " quel capitano, per la nebbia umida e pa- " lustre, perdette l'occhio sinistro. Ma in " onta delle inondazioni e delle paludi, egli " attraversò velocemente queste stesse valli e " questi monti, ove ora noi siamo, per sor- " prendere il consolo Flaminio. Ecco là il " Trasimeno, dove i Romani ebbero la terza " sconfitta, e dove si fece palese, quanto nella " guerra la rapidità delle marce decida spesso " del destino di grandi armate. ,,

Anche le notti serene di quel purissimo cielo erano poste dai due filosofi a profitto,

(1) Winkelmann, *Ist. de l'Acte, ecc.*, *lib.* 3.
Dempster, *De Etrur. reg.*
Mem. dell'Accad. di Cortona.
Caylus, *Recueils des antiq. Egypt., Etrus., etc.*
Plin., *Hist. Nat.*, *lib.* 34, *n.* 16.

ed il Cassini mostrava al Viviani sul disco di Giove alcune macchie fisse che ritornavano regolarmente, dopo un certo spazio di tempo, nel medesimo sito, il che pose fuori di dubbio la rotazione di quel pianeta sul proprio asse, e quindi rese più verisimile anche quella della terra; giacchè se un corpo ben mille volte maggior del nostro globo, com'è appunto quell'astro, s'aggira intorno a sè stesso nel breve spazio di circa dieci ore, perchè non potrà farlo la terra, cotanto più picciola ed in un tempo più del doppio maggiore? Se l'ombra illustre del Galileo avesse allora potuto risaper questa scoperta così conforme alle sue dottrine, si sarebbe senza dubbio consolata degl'insulti e delle persecuzioni che aveva in vita sofferto.

Nè si contentavano i nostri filosofi di queste sublimi ricerche, ma dedicavano eziandio talvolta i loro studj ad esaminare le metamorfosi degl'insetti, o il vario sesso delle piante e de' fiori, provincia allora pressochè nuova nella storia naturale; ovvero si ponevano a considerare gli strati delle montagne e gl'im-

mensi depositi di crostacei e d'altri pesci e piante marine che si trovano negli Appennini, come altresì nelle Alpi e in tanti altri luoghi elevati della terra. Ciò porgeva materia a gravi ragionamenti sulla formazione delle montagne, e sulla loro successiva degradazione e disfacimento, per opera delle piogge e de' torrenti, e quindi discendevano a parlare del successivo interrimento degli alvei de' fiumi, della prolungazione delle loro foci, per causa delle immense materie che vi sono portate dalle acque, nonchè del graduato restringimento, sebbene per la brevità dell'umana vita all'occhio nostro non percettibile, dei golfi, dei seni e della vasca stessa del mare.

Pieno il Cassini di queste grandi idee, che egli aveva attinte dai libri dello Stagirita e che sono state pur quelle di Anassagora, di Platone, di Eudosso, di Eratostene e della celebre scuola egizia, io m'immagino che un giorno, sedendo fra i compagni sulla sommità d'un monte, donde si scorgevano le origini del Tevere e dell'Arno, e si giungeva perfino alcun poco a discernere da una parte il mar Tirreno e dall'altra l'Adriatico, così dicesse:

“ Se un fiume per qualunque causa tra-
“ bocca dalle sue sponde, il nostro rimedio è
“ pronto: noi ne alziamo gli argini. Se ha
“ l'ardire di romperli e di allagar di nuovo
“ le campagne, si rialzano gli argini, e così
“ fassi una terza, una quarta volta e quante
“ v'è d'uopo. Perciocchè si dice, conviene
“ usare coi fiumi ciò che si pratica co' fu-
“ riosi e maniaci, i quali si tengono ben rin-
“ serrati fra mura ed anche stretti, se fia bi-
“ sogno, con funi e catene.

“ Questo è appunto il sistema che or do-
“ mina da per tutto, e noi che siamo qui
“ venuti per riordinare la Chiana, finiremo
“ probabilmente, già me n'avveggo, col pro-
“ porre un nuovo argine, e partiremo contenti.

“ Nella conferenza tenuta, vent'anni fa,
“ su questo stesso soggetto della Chiana, alla
“ quale intervennero i chiari uomini, il Tor-
“ ricelli, il Michelini, l'Arrighetti e il vostro
“ degno maestro, o Viviani, il Settimi, cosa
“ altro era stato proposto che di costruire un
“ argine? Lo stesso si osserva per l'Arno,
“ pel Tevere e per il Po medesimo, che quan-

" tunque sì grande e forte, pur siamo tanto
" prosontuosi da credere che tener si possa
" in alti argini chiuso e imprigionato.

" Ma i fiumi ci puniscono pur troppo della
" nostra imprudenza e stoltezza. La Chiana
" continua ad esser palude e a desolar con
" le sue febbri quest'ampïa valle; e il Po,
" l'Arno e l'altre riviere vanno sempre più
" dilatando le loro devastazioni spaventose.

" Una sì trista e ripetuta esperienza mi
" fece meditar lungamente sopra questo si-
" stema di tener arginati per forza i fiumi;
" ed ecco ciò ch'io ne penso.

" La natura tende incessantemente a de-
" gradare, a sciogliere, a limare, a rodere la
" sostanza delle montagne (1).

" I geli e disgeli, gli ardori del sole, le
" piogge dirotte, i rapidi torrenti, sono ap-
" punto i mezzi, di cui essa si serve per

---

(1) *Costituta dissolventur, et dissoluta antea constiterunt*, etc. Aristot. de Coelo, lib. I. Idem de generat. et corrupt., lib. 2.

" operar questa grande e continua dissolu-
" zione (1).

" Basta che noi ci rivolgiamo intorno per
" esserne convinti. Non vedete su quella co-
" sta ripida e scoscesa, come dirupano le
" pietre, le ghiaje e le terre, e come vanno
" ad ammucchiarsi nel fondo della valle?

" La quantità di quelle materie è immensa
" ed indeficiente, e la loro caduta si fa sem-
" pre maggiore; poichè a misura che si sdru-
" scisce e si scoscende un monte, ruina se-
" gue ruina, e precipizio chiama precipizio,
" come appunto fa quel castello deserto ch'è
" laggiù più basso dirimpetto a noi, or che
" vecchiezza, la quale non perdona nemmeno
" al sasso ed al ferro, ha già cominciato a
" distruggerlo. Esso cade a brani da sè me-
" desimo, e sarà presto uno sfasciume.

---

(1) *Certis temporum curriculis illuvies demissa coelo omnia populatur, etc.*

Plato in Timeo. Idem in Critia.

. . . . *vallem decursus aquarum*
Fecit, et eluvie mons est deductus in aequor.

Ovid. Metam. de doctr. Pythagor., lib. XV.

" E dove lasciamo la forza di gravità, ch'è
" pur anch'essa, permettete ch'io così dica,
" ministra della natura nel disfacimento delle
" montagne, come quella che tende sempre
" a staccare dall'alto i corpi pesanti e spin-
" gerli al basso?

" Or tutte queste materie immense che
" sono trasportate dall'acque nelle loro escre-
" scenze, venendo da noi confinate e rinser-
" rate per forza dentro gli argini de' fiumi,
" senza che possano spandersi e spianarsi la-
" teralmente, convien che vi formino grandi
" deposizioni, le quali vanno sempre più re-
" stringendo ed ostruendo il recipiente, e ci
" costringono quindi ad alzarne maggiormente
" gli argini: l'alzamento degli argini fa nuova
" violenza al fiume, e cagiona nuova deposi-
" zion di materie: queste rendono necessario
" un altro alzamento d'argini, e così sempre
" con una perpetua vicenda e catena. Ora
" mirate i funesti effetti di questo sistema.

" Il primo è, che mentre noi ci sforziamo
" di sostenere i gran fiumi in alvei eminenti,
" rimangono sepolte, e come se fossero in

" una valle, o in una fossa, fertili campagne,
" le quali, non avendo più mezzo di libe-
" rarsi dalle acque proprie e dalle avventi-
" zie, sono condannate inevitabilmente a di-
" venire a poco a poco paludi.

" Un altro effetto è quello che le rotte,
" quando accadono, e noi lo sappiamo pur
" troppo se accadono, diventano sempre più
" terribili e micidiali; perchè avventandosi
" le acque dall'alto degli argini, acquistano
" l'impeto e la rapidità de' torrenti, e portano
" guasti e ruine deplorabili.

" Nè men doloroso è l'altro effetto, che le
" continue riparazioni delle rotte e degli
" argini, vanno diventando già ormai così
" gravi che i proprietarj de' terreni, non po-
" tendo più supplire alle enormi spese, sa-
" ranno costretti ad abbandonarli con danno
" immenso dello stato.

" Volete dunque che i vostri argini che
" andate sempre più innalzando, resistano?
" Voi sommergete senza risorsa vaste cam-
" pagne che restano senza scolo. Volete che
" resister non possano, come nol potranno a

" lungo certamente? Voi ruinate le famiglie
" per fare un'opera vana, e per comperar la
" pubblica e la vostra calamità.

" Qual rimedio vi sarà dunque? voi mi
" chiedete, e la domanda è giusta. Ecco il
" rimedio ch'io credo unico e vero. Abbas-
" sare i nostri argini fino alla portata ordi-
" naria del fiume: nell'escrescenze distribuire
" e diffondere con industria e col mezzo di
" numerosi canali, le acque torbide sulle
" campagne laterali, onde rialzarne con le
" deposizioni il piano fino al livello delle più
" alte fiumane.

" Immensi vantaggi deriveranno senza dub-
" bio dal metodo indicato.

" E prima di tutto, sarà il fiume in que-
" sto modo a poco a poco incassato nel suolo
" com'esser pur deve per legge di natura;
" poichè tanto assurdo io stimo che i fiumi
" scorrano fuori del seno della terra e quasi
" sollevati in aria, quanto che le arterie e
" le vene camminino fuori del corpo umano.

" Egli è solamente in tal guisa che si può
" prevenire, anzi allontanar per sempre il

" pericolo delle rotte. Quel tristo avvenimento,
" o piuttosto flagello che noi chiamiamo una
" rotta, non è conosciuto dalla natura in quei
" luoghi, dov'ella da sè medesima e senza
" le mani degli uomini ha formate le sponde
" ai fiumi. Fra tante riviere che si sono inal-
" veate con le loro proprie deposizioni, tro-
" vatemene una sola in tutta la terra che ab-
" bia gli argini giganteschi e torreggianti,
" come sono pazzamente i nostri.

" Tutte hanno i lor alvei profondati nel
" terreno: tutte vanno gradatamente alzando
" le proprie sponde e insieme le adiacenti
" pianure con le loro limacciose alluvioni:
" ivi l'acque torbide che fanno elevare il letto
" del fiume, fanno pur sorgere a pari passo
" i continenti laterali, sicchè il fiume non si
" accorge mai, dirò così, di essersi alzato di
" sede, nè può quindi aspirar mai a farsi
" signore o predator delle sottoposte cam-
" pagne.

" L'altro grande vantaggio di questo me-
" todo è la facilità e prontezza, con cui si
" potranno scolare i terreni che or vanno mi-

" seramente, come ho detto, a divenir pozze
" e paduli. Perciocchè al primo declinar della
" piena rimanendo l'altezza della campagna
" superiore a quella del fiume, tutte le acque,
" a un cenno del coltivatore, troveranno uno
" spedito ed intiero smaltimento.

" I fiumi sono fatti dalla natura per rac-
" cogliere tutte le acque de' continenti, e ren-
" derli asciutti, salubri ed abitabili (1). Voi
" co' vostri argini eminenti vi opponete a
" queste sagge e benefiche intenzioni: voi
" alzate incautamente delle barriere e delle
" mura tra la campagna e il fiume.

" Un insigne benefizio di questo metodo
" è quello altresì, che il pingue limo lasciato
" dalle alluvioni, o tratto dalla escavazion
" de' canali, diviene un eccellente concime,
" che dona al suolo una fertilità prodigiosa.
" Sembra che il fiume, grato di essere stato
" accolto dall'amica terra, voglia nel dipar-
" tirsi largamente ricompensarla dell'ospizio
" ricevuto.

---

(1) Vedi sopra cap. II.

" Nè questi sono sogni o illusioni piace-
" voli. V'ha esempi di grandi ed illuminate
" nazioni che hanno adottato un tal metodo
" e l'hanno felicemente praticato.

" La storia ci mostra che il Nilo era un
" tempo divenuto funesto e terribile all'an-
" tico Egitto, per essere stato appunto ri-
" stretto a forza entro ad argini altissimi,
" dai confini della Nubia insino al mare. Non
" potendo essere quel gran fiume sostenuto
" per alcun modo a tanta altezza, rovescia-
" vasi precipitoso e furente, ora dall'uno,
" ora dall'altro lato, sopra il paese ch'era
" rimasto in suo confronto estremamente basso
" e profondo.

" Perciò chiamavasi a que' tempi col nome
" d'Aquila, per esprimere l' impeto con cui
" dall'alto delle sue sponde scagliavasi sulle
" campagne, come appunto quell'uccello ra-
" pace e forte piomba dalle nuvole sulla sua
" preda.

" Noi lo sappiamo da Diodoro di Sicilia
" che stette assai tempo in Egitto, e ne fu
" istrutto dai sacerdoti, i depositarj della

" storia, della politica e della religion del
" paese (1).

" In una delle fatali sue inondazioni aveva
" il Nilo sommerso e distrutto una gran parte
" degli abitanti (2).

" Allora gli Egizj compresero che si op-
" ponevano in vano alla natura, ed allora
" concepirono il gran progetto della disar-
" ginazione ed espansione del fiume, onde
" innalzare con questo mezzo, a destra e a
" sinistra, gli orizzonti delle campagne (3).

" Questo appunto è ciò che, secondo Plu-
" tarco, chiamavano il matrimonio di Osiride

---

(1) *Flumen, Nilum, propter cursus velocitatem, profunditatemque aquarum, Aquilam tunc appellatum, etc.*

Diod. Sic., *Hist., lib.* 1, *cap.* 2.

(2) *Absumptis ferme omnibus ejus regionis incolis, etc.*

Idem, *Ibid.*

(3) *Nilus, coloni vice fungens, evagari incipit, etc.*

Plin., *Hist. Nat., lib.* 18, *cap.* 18.

Nilus liber, et per campestria vagus, in plura scinditur flumina, etc.

Seneca, *Nat. Quaest., lib.* 4.

" e di Nefte, col primo de' quali nomi s'in-
" tendeva il Nilo, e col secondo la terra (1).
" Già vi è noto che tutto esprimevasi con
" simboli e con emblemi dai dotti di quella
" nazione. Or ciò appunto significava che il
" Nilo sparso sopra tutto l'Egitto, lo copriva
" e lo fecondava nei tempi delle sue piene
" regolari (2).

" Nulla poi era stato trascurato da quei
" savj legislatori per mantenere queste felici
" alluvioni, da cui riconosceva l'Egitto la sua
" salute e la sua prosperità.

" Per questo erano stati fatti quegl' innu-
" merabili canali che distribuivano minuta-
" mente le acque torbide sopra tutto il paese (3).

(1) *Hoc Osiridis cum Nephti coitum nuncupant, etc.*

Plut., *De Isid. et Osir.*

(2) *Nilus certis diebus, auctu magno per totam spatiatus Ægyptum faecundus innatat terris, etc.*

Plin., *Hist. Nat., lib.* 5, *n.* 10.

Nilus.... dextra, laevaque totam amplexus Ægyptum, etc.

Sen., *Nat. Quaest., lib.* 4.

(3) *Alveos, insulasque fecerunt, fossis aliis super alias actis, etc.*

Strab., *lib.* 17.

" Per questo avevano fatto escavare quelle
" grandi e portentose vasche, anzi veri laghi,
" per ricevere in essi l'acque del Nilo soprab-
" bondanti (1). Per questo le mani ree di
" gravi delitti, e lorde puranche di umano
" sangue, potevano esser purificate coll' im-
" piegarle nella escavazione de' canali e dei
" laghi che riguardavasi come l'opera la più
" grata al cielo, e della più alta importanza
" per lo stato (2). Per questo erano diviniz-
" zati parecchi animali, massime gli acquatici
" ed amfibj, e tra essi anche i coccodrilli, i
" quali in qualche luogo si nutrivano dai sa-
" cerdoti con lauti cibi in apposite peschiere,
" e si adornavano perfino di pendenti e di
" braccialetti d'oro. Strabone nel suo viag-
" gio in Egitto gli aveva veduti cogli occhi
" propri (3).

---

(1) *Lacus, effusa humo superfluentis Nili receptacula, etc.*

Tacit., *Hist.*, *lib.* 2, *cap.* 61.

Plin., *Hist. Nat.*, *lib.* 5, *cap.* 9, *e lib.* 36, *c.* 12.

(2) Diod. Sicul., *Hist.*, *lib.* 1.

(3) *Mirum in modum colitur Crocodilus, et est*

“ Ecco come un' accorta politica conduceva
“ il popolo, sempre superstizioso, a non tras-
“ curar le alluvioni per timore di perdere
“ i suoi Dei.

“ Nè l'esempio dell' Egitto è il solo che
“ la storia ci somministra. Potrei citarvi i
“ Caldei e i Babilonesi che regolarono nel
“ modo stesso l' Eufrate, e col favor dell'e-
“ spansioni lo resero non solo un fiume pla-
“ cido e mansueto, ma un benefico fecon-
“ datore (1).

“ E per parlare di popoli a noi più vicini,
“ qual altro mezzo usarono i Veneti antichi
“ per liberarsi dalle acque che li sommer-

---

sacer apud eos, in lacu quodam seorsim nutritus et sacerdotibus mansuetus, etc.

Strab., *Georg.*, *lib.* 17.

(1) *Euphrates increscit et ispe Nili modo, statis diebus, ac Mesopotamiam inundat, etc.*

Cluver. *Geogr.*, *lib.* 5, *cap.* 23.

Exundat enim Euphrates aestate, ita ut necesse sit stagnari arva, atque obrui, nisi qui ingruentem fluxum et aquarum vim, per fossas, et canales divertat, quemadmodum Nilum coercent in Ægypto.

Cluver, *Geogr.*, *lib.* 6.

" gevano? Si sa che da Ravenna fino al di
" là d'Aquileja, per lo spazio di circa tre-
" cento miglia, non v'era che una continua-
" zione di vaste paludi, e di mal navigabili
" lagune (1). Le alluvioni de' liberi fiumi,
" dirette con industria da' que' popoli, fecero
" sorgere ricche province, dove prima non
" v'erano che ingrate paludi, e stagni insa-
" lubri; ed ora que' medesimi popoli, coll'a-
" aver cangiato sistema e col tener arginati
" per forza i loro fiumi, corrono grave peri-
" colo di veder nuovamente convertiti nelle
" antiche paludi i loro paesi (2).

" Dunque la ragione, l'esperienza, la sto-
" ria, gli esempi, tutto ci fa conoscere che
" l'arginazione forzata de' fiumi è improvvida

---

(1) *Universa regio fluminibus, et paludibus abundat, maxime Venetorum, etc.*

Strab., *Geogr.*, *lib.* 5.

Itinerar. Anton. ab Arimino, etc.

(2) *Quemadmodum in inferiore fit Ægypto aqua hic inde derivatur (in regione Venetorum) aliaeque partes siccatae agriculturam experiuntur, aliae navigabiles sunt.*

Idem Strab., *Ibid. ut supra.*

" e dannosa. Gli uomini grandi dell'antichità
" l'hanno proscritta. Le più colte nazioni,
" ammaestrate dalle proprie disgrazie, dopo
" aver tentato indarno tutti gli altri mezzi,
" hanno dovuto finalmente abbattere gli ar-
" gini de' loro fiumi. Perchè vorremo noi
" continuar ancora a seguire il nostro scon-
" sigliato sistema? Pretenderemo forse di po-
" ter combattere con successo contro le leggi
" e le forze irresistibili della natura? Po-
" tremo impedir noi che le immense materie
" portate dalle acque nelle lor piene non va-
" dano alzando i letti de' fiumi? Avremo noi
" la virtù di far ritornare indietro queste
" materie sopra i monti, donde sono partite?
" Ovvero ardiremo noi d'innalzare i nostri
" argini fino alle stelle? E quand'anche fos-
" simo così forti e possenti, quand'anche i
" nostri argini sorgessero di bronzo, potremo
" esimere le nostre campagne dal rimaner
" sommerse, e seppellite dalle acque impri-
" gionate e stagnanti?

" Non seguitiamo dunque ad illuderci su
" la nostra situazione: non ci ostiniamo a fa-

" vorire un sistema non meno vano che as-
" surdo. Tener grandi riviere sollevate e pen-
" denti sul nostro capo; mirare il colmo mi-
" naccioso delle lor piene alto come le cime
" degli alberi delle nostre campagne; aver
" case, borghi, città e province così basse e
" profonde che possano essere ad ogni istante
" inghiottite dall' acque; lavorar la terra e
" raccoglierne il frutto, perchè sia tutto di-
" vorato dalle spese di riparazioni sempre
" crescenti ed interminabili; trovarsi esposti
" alle carestie in un suolo ch'esser dovrebbe
" la sede dell'abbondanza; veder insomma i
" fiumi che sono un segnalato benefizio della
" Provvidenza, farsi da noi stromento di ter-
" rore e di desolazione, questo non si può
" chiamar certamente un sistema, ma bensì
" una pazzia, o almeno un errore ed un fa-
" tal acciecamento. ,,

Colpiti i circostanti dalle ragioni addotte dai fatti, dagli esempi, e massimamente dall'autorità di sì chiaro uomo, non ardivano di parlare, ma tenendo cadauno gli occhi rivolti e fissi sopra il Viviani, mostravano chiara-

mente la brama di udire qual fosse il suo sentimento, quand'egli, dopo d'essere stato alcun poco in silenzio, sciolse la lingua, come io credo, in questi detti.

CAPO IX.

Dell'arginazione de' fiumi combinata con la tutela de' monti e delle foreste.

" Non v'è alcuno certamente di noi, il quale " non vegga, o non sappia che più di mezza " Italia, non che la Toscana, è da' suoi fiumi " minacciata di lagrimevoli danni e rovine.

" Io non credo però che gli argini sieno " la causa primaria di questi mali, e che col- " l'abbatterli e col render liberi i fiumi, come " pensa il Cassini, riparar si possa a tanto " disordine.

" Noi ci abbiam fatto una legge qui di " espor francamente i propri pensieri. Eb- " bene io la seguo.

" Dirò dunque in primo luogo che il me- " todo egizio della disarginazione ed espan-

" sione dell'acque non mi pare applicabile
" ai nostri usi, alle leggi, al suolo, al clima
" ed alla natura de' nostri fiumi.

" Dirò in secondo luogo, qual esser po-
" trebbe, a mio avviso, il rimedio più con-
" facente alle nostre circostanze fisiche e
" morali.

" Lasciamo ai poeti che il Nilo chiama-
" vasi col nome d'Aquila, che si rovesciava
" sul paese che aveva sommerso una gran
" parte degli abitanti, che Prometeo si voleva
" uccidere pel dolore, ch' Ercole Egizio in-
" catenò il fiume con le sue mani, ed altre
" simili cose che si riferiscono all'alto Egitto,
" e ai tempi favolosi ed eroici degli Dei e
" Semidei, come si avverte anche dagli sto-
" rici nel farne il racconto (1).

" Il basso Egitto, quello che i Greci chia-
" mavano il Delta, giacchè di questo appunto
" è che si parla, fu sempre riguardato come
" un paese nuovo e creato dall'arte (2). Non

(1) Diod. Sic., *Rerum antiq.*, *lib.* 1, *cap.* 2, *quae de Diis fabulose Ægyptii ferunt*, *etc.*

(2) *Ob triquetram figuram multi, graecae litterae vocabulo, Delta appellavere Ægyptum.*

" era esso, prima di Sesostri, che un vasto
" piano, inabitato e palustre, ove le acque
" del Nilo andavano a mescolarsi con quelle
" delle maree.

" Quel gran monarca, dopo aver conqui-
" stata la maggior parte dell'Asia, stanco o
" satollo de' suoi stessi trionfi, ebbe bisogno
" di un nuovo genere di gloria.

" Le corone, tolte ai re vinti, erano dive-
" nute per lui una cosa volgare. Disegnò
" dunque di creare un regno tutto suo pro-

Plin., *Hist. Nat.*, *lib. V*, *cap. IX.*

Nilus in plures scissus partes eam formam, quam Graeci Delta vocant, efficit.

Diod. Sic., *Rerum antiquar.*, *lib.* 1, *cap.* 3.

Ægyptus, tantis structa molibus, tos fossis conscissa, terrarum recentissima videtur.

Just., *Hist.*, *lib.* 2, *n.* 1.

Etenim locus iste (inferior Ægyptus) totaque regio, fluminis invectu nata est.

Arist., *Meteorol.*, *lib.* 1.

patet.... omnem Ægyptum, praeter Thebaicam provinciam, palustrem fuisse; manifestum enim est Ægyptum, in quam Graeci navigant, accessionem esse terrae, ac fluminis donum.

Herod. *In Euterpe*, *sive lib.* 11, *n.* 57 *et seq.*

" prio, e di farlo sorgere da una palude. Nè
" vi fu mai forse ambizion più lodevole, o
" acquisto più legittimo. Così foss'egli stato
" più felice nella scelta del luogo!

" Si sa che dal bottino dell'Asia egli am-
" massò prodigiosi tesori, e che al suo ritorno
" in Egitto condusse seco un numero immenso
" di schiavi (1).

" Con queste braccia, con queste ricchezze,
" si pose quel principe ad un' impresa ben
" ancora più grande e maravigliosa di quella
" delle piramidi e degli obelischi, ch'erano
" stati eretti nell'alto Egitto dai suoi prede-
" cessori.

" Oltre la costruzione d'innumerabili ca-
" nali, che dividevano per ogni lato e quasi
" tessevano il basso Egitto, fece scavare a

---

(1) Herod., *In Euterpe ut supra, n.* 57 *et seq.* Strab., *Rer. Geogr., lib.* 17.

Cum omnibus deinceps, permagna ea vis erat, captivis, spoliisque pictarum nationum, in patriam rediens, Sesostris, magno sumptu, opera permulta edidit, etc.

Diod. Sic., *loc. cit.*

" mano quei vasti laghi ch'eccitarono lo stu-
" pore di tutta l'antichità (1).

" Dieci secoli dopo, e nella maggior opu-
" lenza e fasto di Roma, Germanico non ri-
" finiva mai di ammirare quell'opere por-
" tentose (2).

" V'era il gran lago, detto il Mareotico,
" che appunto somigliava nella grandezza ad
" un mare; v'erano quelli di Buti, di Elio-
" poli, di Arsinoe, di Crocodilopoli, di Copto,
" ed un gran numero d'altri. Strabone ce ne
" parla ad ogni passo (3).

" Il lago di Meride, che ai tempi di Pli-
" nio aveva ancora dugento miglia di circon-
" ferenza, è il solo che forse non sia di Se-
" sostri (4).

" Ora l'oggetto di queste immense esca-
" vazioni non fu quello soltanto che venne

(1) *Quorum miraculorum praecipua fuere lacus, etc.*
Tacit., *Hist., lib.* 2, *n.* 61.

(2) Tac., *Hist., lib.* 2, *ut supra.*

(3) Strab., *Geogr., lib.* 17 *passim.*

(4) Plin., *Hist. Nat., lib.* 5, *cap. IX et XI.*
Paul Lucas, *Voyage de l'Ægypte, lib.* 5.

" indicato dal Cassini, cioè di raccogliere le
" acque del Nilo soprabbondanti, ma quello
" fu principalmente d'innalzare con la terra
" escavata ed ammonticchiata, una lunga se-
" rie di eminenze e di poggi, sopra i quali
" ha poscia quel re fabbricate molte grandi
" città, ed un gran numero di borghi e vil-
" laggi, dove il popolo dall'alto mirava tran-
" quillamente sotto di sè le inondazioni del
" Nilo (1).

" Lo spettacolo che presentavano le città
" egizie in mezzo alle campagne coperte di
" acqua, pareva quello dell'isole che sorgono
" dai flutti del mar Egeo (2).

---

(1) *Permultos insuper, ac magnos erexit Sesostris aggeres, in quibus civitates construxit, etc.*
Diod. Sic., *Rer. ant.*, *lib. et cap. cit.*

Regio Heliopolitana, ubi Solis urbs est, aggeri magno imposita. Ante aggerem lacus jacent, etc.
Strab., *Geogr.*, *lib.* 17.

Exundante Nilo tota Ægyptus undis tegitur, praeter habitationes.

Id. Strab., *lib. cit.*

(2) *Urbes, vici, agricolarum mapalia tamquam Cyclades apparent.*

“ Aveva dunque quel re fondatore usate
“ tutte le precauzioni: erano state da lui fatte
“ immense spese ed opere superbe, prima di
“ render libero il Nilo: nulla si era ommesso
“ per porre il popolo al coperto dalle alla-
“ gazioni.

“ Ma le cose sono ben diverse fra noi.
“ Una gran parte delle nostre città, delle
“ borgate e ville, fabbricate ne' secoli addie-
“ tro dai nostri maggiori, or giacciono molto
“ più basse del fondo de' fiumi. Vorremo
“ dunque cominciar a sommergere gli abita-
“ tori viventi per salvar dalle rotte i nostri
“ posteri? Oppure saremo noi così ricchi e
“ potenti, da far precedere quelle grandi e
“ prodigiose escavazioni, e da innalzar quelle
“ colline artefatte, su cui fabbricare un'altra
“ volta le nostre città, e trasportarvi il no-
“ stro popolo? Perciocchè non v' ha dubbio,
“ che se nello stato attual di cose fossero

Diod. Sic., *lib.* 1, *cap.* 3.

Latent campi, opertaeque sunt valles. Oppida, insularum modo extant.

Senec., *Nat. Quaest., lib.* 4.

" abbattuti gli argini de' nostri fiumi, noi re-
" steremmo miseramente oppressi e sepolti.
" Parlando poi del suolo del basso Egitto,
" ho detto, e ho detto il vero, che consisteva
" onninamente in terre paludose e deserte,
" dove non era mai stata impressa orma di
" umano piede. Non vi erano dunque per-
" anco nè abitazioni, nè famiglie, nè proprie-
" tarj de' terreni, nè confini che dividessero
" i campi, nè sudori vi erano stati sparsi per
" coltivarli, nè figli vi erano nati e cresciuti,
" nè vi riposavano le ceneri de' propri pa-
" dri; sicchè, senza far torto ai diritti, senza
" far violenza agli affetti ed alle abitudini,
" senza danno e rammarico di alcuno, pote-
" vano eseguirsi in que' luoghi, ancora incolti
" e liberamente disponibili, tutti i cambia-
" menti ch'erano necessarj.
" Ma le nostre campagne sono già state
" ridotte a coltura da secoli con grande in-
" dustria e fatica: il sacro dritto di proprietà,
" quello, senza cui l'uomo è schiavo o ne-
" ghittoso, vi è stabilito e dalle leggi pro-
" tetto: le porzioni, in cui si trovano divise

" le terre, sono infinite, ed infinite famiglie
" vi hanno le loro abitazioni, e ne traggono
" la sussistenza: i vecchi padri, i figli vi
" nacquero, e presero affetto ai loro alberghi
" e al loro campo, dove respirarono le prime
" aure vitali e dove provarono i primi sen-
" timenti, i più cari ed indelebili.

" Come occupar tanti terreni già cólti per
" farvi l'escavazioni egizie? Come turbar
" tanti possessori? Gli spoglieremo noi delle
" loro proprietà senza compenso? Ciò è in-
" tollerabile. Vorremo risarcirli dell' immense
" perdite che farebbero? Ciò è impossibile.

" Ecco appunto il motivo, per cui non vi
" ha esempio che simili imprese sieno giam-
" mai state fatte o tentate, in paesi già cólti
" e popolati. L'espansioni dell' Eufrate, usate
" dai Caldei e dai Babilonesi, e quelle del
" Po, dell'Adige e d'altri fiumi, praticate dai
" Veneti antichi ed accennatevi dal Cassini,
" si fecero per ridurre stagni e maresi a fer-
" tili campagne, non per convertir campagne
" feconde in maremme e paludi.

" E che diremo delle altre differenze somme
" che passano fra il basso Egitto e l'Italia?

" Ivi il paese è tutto piano ed uniforme;
" qui è intersecato da monti, da costiere, da
" valli; ivi scorre un fiume placido e solo;
" qui siamo per ogni lato cinti e minacciati
" da una moltitudine di torrenti e di fiumi;
" ivi è il Nilo soggetto in tutto l'anno ad una
" sola escrescenza, regolare nell'afflusso, re-
" golare nella durata; qui noi siamo sottopo-
" sti in ogni tempo ad escrescenze frequenti,
" repentine, strabocchevoli, precipitose.

" Nè meno insigne è la differenza del clima,
" per cui, mentre fra noi la natura si sta per
" molti mesi dell'anno intorpidita ed inerte,
" spiega in Egitto la pompa della più bella
" vegetazione; e mentre qui la terra è ancora
" coperta di nevi e di geli, comincia ivi nei
" campi ad ingiallire la messe. Quindi è che
" in Egitto, all'appressarsi dell'annua piena
" del Nilo, la ricolta è già fatta, e già sono
" ricolmi i granai.

" Al contrario fra noi le piene de' torrenti
" e de' fiumi succedono appunto nelle sta-
" gioni, in cui germogliano o si vanno ma-
" turando i nostri prodotti, le speranze di

" tutto l'anno. Non potremmo noi dunque
" mai nello stato attual di cose lasciar senza
" argini i nostri fiumi, quando dar non vo-
" lessimo scientemente le nostre ricolte in
" preda all'acque.

" Ma sopra ogni altra cosa mi turba un
" tristo pensiero che non posso svellere dalla
" mente.

" Che avvenne in Egitto, malgrado tante
" opere stupende, e ad onta della organiz-
" zazione di tanti canali, e di sì vasti reci-
" pienti? Innumerabili torme di sozzi rettili
" e sciami d'insetti voraci desolarono spesso
" l'Egitto: il lezzo fermentato dal sole, ed i
" corpi putrefatti infettarono di tratto in tratto
" l'aria, e quel terribile flagello della spezie
" umana, la peste, vi pose la sua sede (1).

" Egli è appunto per questo che il popolo

(1) *Quippe caeterae urbes, quae ad lacus sitae sunt, gravem et praefocantem aerem in aestivis ardoribus habent, ac propter vapores a sole excitatos coenum in lacuum labris cogitur, unde coenoso humore exhalante aer morbificus attrahitur et pestilentiae initium praebet.*

Strab., *Geogr.*, *lib.* 17.

" egizio fu condotto ad adorare le Ibidi ed
" altri uccelli, o animali terrestri ed amfibj,
" che si pascono di bruchi, di locuste, di
" topi, di ranocchi, di serpi e simili schifosi
" oggetti, figli de' luoghi acquidosi e fetenti (1).

" E tanto era il rispetto, tanta la venera-
" zione che la legge incuteva nel popolo per
" cotesti animali sacri, e riguardati come
" salvatori del paese, che chi ne avesse ucciso
" alcuno, anche a caso, anche involontaria-
" mente, morir facevasi tra crudi tormenti,
" a furor di popolo e senza veruna forma di
" giudizio (2).

---

(1) *Colunt Ægyptii animantia quaedam praeter modum, non solum viva, sed etiam mortua, siculi felos, accipitres, ibides, etc.*

Diod. Sic., *lib.* 3, *cap.* 4.

Invocant et Ægyptii Ibes suas contra serpentium adventum, etc.

Plin., *Hist. Nat.*, *lib.* 10, *cap.* 40.

Ex avibus Ibis utilissima est ad serpentes, locustas, brucosque delendos: accipitres autem prosunt contra scorpiones, cerastasque et parva animalia, quae morsa nocent, etc.

Diod. Sic., *eodem lib. et capite ut supra.*

(2) *Æluro et Ibide exceptis, quos si quis sponte,*

" Ad onta però di queste religiose e po-
" litiche industrie, che vi furono indicate anco
" dal Cassini, non andò molto, dopo Seso-
" stri, che si fecero già sentir vivamente i
" tristi effetti della disarginazione ed espan-
" sione del Nilo. In seguito le ostruzioni dei
" condotti, i ristagni dell'acque, e con essi i
" morbi contagiosi e funesti crebbero con
" una rapidità sempre maggiore.

" Non fu possibile il sostenere a lungo
" l'immense spese e l'infinito travaglio di te-
" ner espurgati quegl'innumerabili canali, e
" vastissimi laghi. Nulla valsero ad impedirne
" il disordine le accorte provvidenze istituite
" da Sesostri, le leggi, gli usi, la religione
" stessa: nulla i tentativi fatti dai Tolommei,
" principi ricchissimi ed industriosissimi che
" regnarono dopo Alessandro per quasi tre
" secoli: nulla la potenza e grandezza di Au-
" gusto, che unì l'Egitto all'impero romano;

---

aut secus, occiderit, interficitur, accurrente turba, et absque judicio hominem variis suppliciis affectum interficiente.

Diod. Sic., *Rer. ant.*, *lib.* 3, *cap.* 4.

" nulla le cure straordinarie e singolari di
" Tiberio, che risguardava quella provincia
" come la nutrice di Roma. Le pestilenze
" partirono sempre dall' Egitto, e di là si
" sparsero a spopolar la terra.

" Ancorchè dunque fossimo così opulenti
" da poter intraprendere quelle opere mara-
" vigliose; ancorchè non si avesse da spogliare
" alcuno del retaggio de' suoi padri, nè uno
" solo degli abitanti sparger dovesse una la-
" grima; ancorchè noi avessimo un fiume unico
" e mansueto, non molti e furiosi, una escre-
" scenza sola e regolare, non cento instabili
" e smoderate, una natura sempre ridente e
" feconda, non lunghi inverni, e brevi estati
" e scarsi Soli; ancorchè insomma, ed usi e
" leggi e climi e terre e fiumi non fossero
" tra noi cotanto diversi, chi mai sarebbe che
" far volesse in casa propria un sì pericoloso
" e forse micidial esperimento ?

" Se dunque il sistema egizio non è fatto
" per noi, veggiamo qual altro espediente
" sarebbe più adattabile alle nostre circo-
" stanze.

" Il Cassini dipinse vivamente le sciagure
" e i mali che ci sovrastano, per l'immenso
" strascinamento ed accumulazione delle ghiaje,
" delle arene, delle terre ed altre materie che
" sono condotte nelle lor piene dai torrenti
" e dai fiumi. Nulla poteva dirsi di più giu-
" sto, di più vero, di più conforme all'espe-
" rienza.

" Io aggiungerò pure un'altra causa delle
" ruine cagionate dai fiumi, la quale non fu
" dal Cassini considerata.

" Essa è la impetuosa ed istantanea so-
" pravvegnenza delle piene, per cui quella
" quantità d'acqua che giunger dovrebbe in
" molti giorni, or sopravviene in poche ore;
" sicchè non potendo una massa sì mostruosa
" ed enorme essere contenuta dagli argini,
" qualunque sieno, delle riviere, è forza che
" trascenda o atterri le ripe, ed inondi le
" campagne.

" Se dunque vi fosse un modo d'impedire
" siffatto precipitoso e dirotto afflusso del-
" l'acque e delle materie, esso sarebbe cer-
" tamente il rimedio migliore, perchè sop-

" primerebbe la causa vera e primaria di tanti
" mali. Or questo appunto è ciò ch' io pro-
" pongo.
" Egli è vero, come ha detto il Cassini,
" che i geli, le piogge, gli ardori del sole, i
" torrenti tendono a degradare e dissolvere
" le montagne.
" Ma la natura che alle cause della distru-
" zione oppone sempre un principio di con-
" servazione e vita (ond'è che i nostri secoli
" non sieno per essa che giorni, anzi pur
" brevi istanti), la natura, dico, ha con savio
" accorgimento guernite, difese e protette le
" schiene e le coste de' monti, di vegetabili di
" ogni specie, i quali hanno il duplice uffizio di
" arrestare in mille modi le acque cadenti dal
" cielo, e di legare nel tempo stesso e rassodare
" con le innumerabili loro radici le ghiaje e
" le terre de' luoghi ripidi e precipitosi.
" Io non vi ripeterò qui ciò che già vi ho
" detto e ridetto su questo proposito.
" Ve n' ho parlato a lungo e più volte,
" come ben vi ricorda, dopo quel giorno in
" cui, sorpresi da un orrido nembo, noi ci ri-

" fuggivamo in quell'antica foresta, dove si
" erano pur ricovrati molti pastori con le loro
" gregge numerose, e dove stemmo al coperto
" e così perfettamente riparati dalla pioggia,
" sebben forte ne fosse la scossa, che non ne
" giunse goccia a cader sul suolo.

" Egli fu appunto allora ch'io far vi feci
" sulla mirabile virtù delle piante, di arre-
" stare le piogge, tutte quelle osservazioni e
" riflessi, da cui siete rimasti come mi parve
" pienamente persuasi e convinti (1).

" Ecco dunque il rimedio il più facile, il
" più conforme alle leggi della natura, ed
" agl'insegnamenti dell'esperienza. Rivestiamo
" le coste ignude e lacerate de' monti, rimet-
" tiamo le selve che la nostra, dirò impru-
" denza o mentecattaggine, ha sterpate e
" distrutte. La loro estirpazione appunto è
" la causa primaria dei disordini de' nostri
" fiumi e delle calamità, di cui sono gli ar-
" gini accagionati.

" Dico accagionati, perchè mi pare che

---

(1) Vedi sopra, cap. 5.

" in ciò non si ragioni da noi giustamente.
" Le piene e le materie non discendono già
" dai monti, perchè si son fatti gli argini,
" ma si son fatti gli argini perchè discendono
" furiosamente dai monti le materie e le piene,
" siccome non esistono i furti e le violenze,
" perchè vi sono le carceri, ma esistono le
" carceri, perchè vi sono le violenze ed i
" furti.

" Ora chi è che pensi meglio? Quegli che
" dice, Apriamo le carceri, lasciamo libero il
" freno ai prepotenti e ai rapitori? Ovvero
" chi dice, Togliamo le rapine e le prepo-
" tenze, e rendiamo men necessarie le car-
" ceri? Io sono di questo secondo avviso, e
" credo che si debba cercar di togliere alle
" riviere la rapacità e la violenza, e render
" con ciò non necessario un ulterior rialza-
" mento d'argini.

" Convengo col Cassini che qualora le
" ghiaje e le terre sieno cadute nelle valli
" e nei letti de' torrenti e de' fiumi, non si
" possano far ritornare ai monti donde sono
" partite, ma dico che queste materie vi pos-

" sono essere arrestate innanzi che cadano. Io
" accordo che qualora è già entrata una im-
" mensa colonna d'acqua nell'alveo di un
" fiume, non si può farla retrocedere alle sue
" fonti e ai suoi ruscelli, ma sostengo che
" quest'acqua può essere trattenuta e mode-
" rata prima che precipiti dalle montagne.

" Io non intendo per altro con ciò di farmi
" difensore dell'altezza esorbitante e viziosa
" de' nostri argini. Ella è certamente una scia-
" gura che i nostri padri con la loro im-
" prudenza ci abbiano posto in questa fatal
" necessità di dover tenere i fiumi elevati a
" tal segno, ed imminenti alle nostre cervici.
" Chi non vede quanto sarebbe stato meglio
" che ciò non fosse accaduto?

" Ma, postochè il male è già fatto, io do-
" mando, se sia ora prudenza l'esporci a ca-
" lamità maggiori per l'impazienza di tolle-
" rarlo, e di aspettar l'effetto di salutari ri-
" medj, come farebbe colui che per non sof-
" frire un po' di gonfiezza delle gambe o delle
" braccia, se le facesse immediatamente tron-
" car ambedue. L'abbatter ora in un istante

" tutti gli argini de' fiumi sarebbe appunto
" una follia non minore.

" Il rimedio dunque ch' io propongo è
" quello di associare l'arginazione de' fiumi
" con la tutela de' monti e delle foreste; ri-
" medio senza dubbio il più sicuro e il più
" prudente insieme d'ogni altro. Sicuro, per-
" chè seconda le provvide e perspicaci viste
" della natura; perchè ci viene suggerito e
" raffermato dall'esperienza; perchè si porta
" alla vera origine de' mali e fa cessare gli
" effetti col toglier via le cagioni; prudente,
" perchè non si serve di mezzi estremi e vio-
" lenti; perchè non produce convulsioni e
" sconvolgimenti di province; perchè non of-
" fende i diritti e gli usi di alcuno; perchè
" non cimenta l'oggetto il più geloso ed emi-
" nente di tutti, la sanità e la vita degli abi-
" tanti; perchè, insomma, per evitare un male
" non ci fa cadere in un abisso di altre mi-
" serie più gravi, più funeste e più deplo-
" rabili. "

Io mi sono studiato di porre nella maggior
luce che mi fu possibile la più grande ed

interessante questione, come ho detto di sopra, che vi sia stata giammai nella scienza dei fiumi.

A questo fine appunto, e per iscemare la noja inseparabile da una lunga discussione, ho creduto proprio d' introdurre i due interlocutori filosofi. Spero che mi si perdonerà questa picciola industria.

Dovendosi poi scegliere fra i due proposti partiti, non v' ha dubbio, come mi sembra, che l'ultimo non sia il più saggio e il più confacente alle nostre circostanze particolari.

Ma ora io devo parlare di un altro fenomeno singolarissimo che si riscontra nelle piene de' fiumi, e che ha tanta parte ne' loro funesti straripamenti.

CAPO X.

Del ventre delle piene.

Abbiamo già veduto che i fiumi si muovono sopra piani variamente inclinati. Precipitosa è la loro pendenza fra i monti, mitissima e quasi nulla verso le foci.

Anche però nello spazio intermedio si trovano irregolarità notabilissime: i passaggi da un piano all'altro sono talora estremi; da un letto molto pendente si passa non di rado all'orizzontale, ed anco all'acclive, giacchè la superficie terrestre è appunto conformata in guisa che per ogni dove s'incontrano salite, discese, prominenze, avvallamenti, pianure, e così a vicenda (1).

Egli è appunto nelle situazioni, dove il fiume passa bruscamente da un piano declive ad un orizzontale, o quasi che all'affluir della piena si genera un insigne gonfiamento che dicesi *il ventre*. E siccome fra le molte mutazioni di declivio ve n'ha sempre una più marcata e sensibile dell'altre, così v'ha pure in ogni fiume un ventre massimo della piena. Esso divien talora, nel tronco dove ha luogo, smisurato e mostruoso.

Si vedrà nella seconda parte, dove riferirò i molti esperimenti da me fatti anche su que-

(1) Barattieri, *Architet. d'acque*, *lib.* 6, *cap.* 10.
Zendr., *Leggi e fen.*, *cap.* 7, *n.* 15.
Lecchi, *De' tre torrenti*, *cap.* 3.

sto fenomeno, che quando l'acqua passa da un canale inclinato ad un orizzontale o meno declive, perde sensibilmente del suo moto, comincia tosto a gonfiarsi, e vi forma il ventre: che quanto più cresce l' inclinazione di un canale all'altro, tanto più alto diviene il ventre: che ritenuta la medesima inclinazione, ed accresciuta la massa dell'acqua, non si disperde già il ventre, come sembra che far dovesse, per l' impeto maggiore, ma cresce anzi e si rinforza: che la sua figura è quella di una curva convessa, con la cima, o colmo in sul mezzo, quasi come una coppa rovesciata, od un segmento di sfera: che i galleggianti discesi dal piano più ripido e travolti nel sito del passaggio, si veggono ricomparire sulla cima del ventre, come i corpi naufraghi a galla dei flutti del mare, poi discendono placidamente dall'opposta parte: che se il colmo del ventre trabocca dalle sponde, non cessa poi dal rinversarsi, nemmeno col sottrarre e diminuire alcun poco l'acqua, ma continua l'effusione, come fa la caldaja bollente che ha cominciato a soperchiare, e che non s'arresta neppur se sia rimossa la fiamma.

Ora veggiamo, come si possa render ragione di alcuni effetti delle piene che sembrano straordinarj, e che non pertanto sono naturalissimi.

Tutti gli storici antichi fanno menzione delle terribili inondazioni del Tevere, accadute in Roma e nelle sue vicinanze, senza che altrove il fiume abbia fatto consimili ruine (1).

L'ampio diversivo fatto aprire nel Tevere da Nerva non giovò a togliere l'inondazioni (2).

---

(1) *Vidimus flavum Tiberim retortis,*
Litore etrusco violenter undis,
Ire dejectum monumenta Regis
Templaque Vestae. Hor., Od. 2, lib. 1.

Continuis imbribus auctus Tiberis plena urbis stagnaverat: relabentem secuta est aedificiorum et hominum strages. Tacit., Annal., lib. 1, n. 76.

Idem, *Hist.*, lib. 1, n. 86.

Tiberis, antea Tybris appellatus, nusquam magis aquis, quam in ipsa urbe stagnantibus. Plin., Hist. nat., lib. 1, n. 19.

(2) *Tiberis alveum excessit, et quamquam fossa, quam providentissimus imperator fecit, exhaustus, tamen premit valles, innatat campis, quae solet flumina excipere, et permixta devehere, velut obvius retro cogit, etc. Plin. Secun.*, lib. 8, ep. 17.

Anche modernamente il Castelli osservò che nella gran piena dell'anno 1598 il fiume aveva inondata tutta la città, mentre non era uscito dal suo letto, nè di sopra, nè da Roma al mare (1).

Egli è probabilissimo che il gran ventre del Tevere si verifichi appunto nel tronco che bagna Roma.

Anche l'Arno ha senza dubbio, come l'esperienza il dimostra, il suo ventre massimo presso Pisa, dove si scema notabilmente e prontamente la pendenza del suolo.

Perciò appunto in quella città e ne' contorni si sollevò nelle piene il fiume ad altezze sorprendenti, e di gran lunga maggiori di quelle che sieno mai state al di sopra, o al di sotto. Nulla giovarono in tali casi gli emissarj praticati nelle sponde per dare uno sfogo alle acque. Il gonfiamento e l' inondazione continuarono per giornate intere, ad onta che le bocche de' diversivi si fossero dilatate enor-

---

(1) Castelli, *Misura dell'acque corr.*, *coroll.* 14. Idem, *Lettera del P. Frances. di s. Giuseppe.*

memente. Ma il ventre, quando è divenuto mostruoso, come abbiamo rimarcato, non cessa dal soperchiar le ripe, e dal rinversarsi, nemmeno con la sottrazione dell'acque (1).

Il Barattieri, che fu il primo ad accorgersi di questo fenomeno, aveva notato con sorpresa nella sua Architettura Idraulica che l'acqua dello Stirone, nello spazio di sole sei miglia, gonfiavasi straordinariamente fino a un certo punto, e poscia gradatamente si ribassava di nuovo, formando una stranissima protuberanza, come si fa tirando a sè con le mani le due estremità di una verga flessibile che

---

(1) Nel novembre 1761, in tempo d'una gran piena, essendosi replicato l'antico taglio, la piena continuò a crescere a segno tale che alcuni non si sapevano persuadere che il taglio si fosse fatto. Alle sette della sera si fece aprire per circa otto braccia l'argine sinistro del fiume alle Fornacette, che fu presto allargato dalle acque fino a 28, o 30 braccia. Non ostante l'ampiezza della sezione e la quantità d'acqua che usciva, seguitò in Pisa a crescere la piena, e verso le ore undici arrivò alla massima altezza che si sia vista a memoria d'uomini. Frisio, *De' fiumi e torr.*, *lib.* 2, *cap.* 2.

s'incurva ad arco, o com'è il dorso gibboso del cammello (1).

Lo Zendrini, nell'esaminare la piena del Po, accaduta nel novembre 1719, aveva fatto la medesima osservazione.

Il gran ventre del Po ebbe luogo fra il Crostolo ed Ostiglia, e si estese per tutto quel cospicuo tronco di circa quarantadue miglia, ascendendo con la sua curva superficie da una parte e discendendo dall'altra. Il colmo del ventre poi si trovò a S. Benedetto di Folirone (2).

Nell'anno 1721 fece pure quel celebre idraulico una simile osservazione sull'Adige. Il ventre massimo della piena si rinvenne fra Rotta Sabadina e Fiume Novo: il colmo del ventre fra Lusia e la Boara, dove si è mantenuto costantemente a grande altezza, tuttochè avesse il fiume squarciati gli argini in quattro luoghi, e per quattro bocche si rovesciasse sulle campagne dall'uno e dall'altro lato (3).

(1) Barratt., *Architett. d'acque*, *lib.* 6, *cap.* 10.
(2) Zendr., *Leggi e fen.*, *cap.* 7, *n.* 20 *e seg.*
(3) Zendr., *ibidem*, *n.* 29 *e* 30.

Egli è infatti naturale che le rotte dei fiumi succedano particolarmente nelle situazioni, ove ha luogo il ventre.

Perciocchè alzandosi in que' siti la piena a un grado strabocchevole, e molto maggiore che in qualunque altro punto del fiume, il colmo del ventre non può essere in verun modo contenuto dagli argini. Comincia dunque ad effondersi e versarsi dall'una e dall'altra sponda. Or essendo queste altissime per nostra sciagura, e ripide dalla parte della campagna, le acque che vi discendono con precipizio, se anche sieno poche, pigliano forza di solcare la schiena degli argini, rodendoli sempre più, ed asportandone la terra, finchè l'argine indebolito convien che si sfianchi, e lasci libero il varco alla fiumana che il preme.

Nè in altro modo senza dubbio è accaduta presso Lusia nell'anno 1774 quella famosa rotta dell'Adige, riferita dal Lorgna, che aveva fatto negli argini l'enorme apertura di circa piedi mille (1).

(1) Lorgna, *Memorie intorno alle acque correnti, mem.* 4, *n.* 5.

La rotta si trovò appunto nella medesima situazione del gran ventre del fiume ch'era stata cinquant'anni prima rimarcata dallo Zendrini, come abbiamo poc'anzi veduto. Ma quella osservazione era rimasta infruttuosa e negletta, come avviene di molte verità, nelle quali alle volte s'inciampa, per così dire, col piede, ma o non sono avvertite, o non se ne fa conto, ed esse restano lungamente nella polvere.

Anche il Castelli e quell'anonimo, di cui parla Zendrini, e così pure il Michelotti ed il Bonati, nelle loro esperienze praticate con canali artefatti, rimarcarono la circostanza del ventre, giacchè non può farsi esperimento senza che balzi agli occhi; ma fu da essi pure trascurato e lasciato giacente il fenomeno (1).

Ora si vede il perchè, se sieno interrogati successivamente i villici, che abitano lungo le sponde di una riviera, a qual altezza sia

---

(1) Castelli, *Mis. dell'acque, prop. 4, coroll. 2.*
Zend., *Leggi e fen., cap. 4, n. 16.*
Teod. Bonati, *Esam. dell'esper. del Ganneti.*
Michel., *Esperim. idraul., tom. 1.*

giunta ne'rispettivi loro villaggi la piena, gli uni rispondono ch'è giunta, per esempio, a cinque piedi, gli altri di sotto a dieci, e finalmente i più inferiori nuovamente a cinque. Tutti dicono il vero: quelli di mezzo si trovano nel colmo del ventre della fiumana.

Ecco pure il motivo per cui, navigando sopra un fiume reale, ora s'incontrino ripe altissime, ora molto più basse, sicchè sembrano a chi le mira, o soverchie quelle, o insufficienti queste. Ma l'esperienza fece conoscere agli abitatori di quelle sponde, quale ne doveva essere l'altezza rispettiva, per proporzionarle al colmo del ventre della piena locale.

Da ciò ancora si vede il perchè siasi resa inutile quella magnifica cascata d'acqua fuori della città di Fano, chiamata *la Liscia*, dove ad oggetto di tener espurgato e navigabile il canale del porto, si era fatto precipitare un ramo del fiume per un piano artificiale fortemente inclinato. La rapidità concepita dall'acqua era prodigiosa: nel suo cadere lo spruzzo minutissimo, prodotto dall'impeto, formava

una specie di fumo sulla sua superficie. Ma poco lungi dalla caduta estinguevasi quasi in un subito cotanta velocità, il che faceva maravigliare il Boscovich nel contemplarla.

Passando in un istante l'acqua da un piano molto declive ad un orizzontale, doveva perdere assai del suo moto, e formarvi il ventre; e quindi non solo render vano l'effetto contemplato, ma produrne anzi un contrario, poichè, venendo dal mare, conveniva rimontare a stento il colmo del ventre.

Questi esempi devono impegnar vivamente gl'idraulici a cercare i mezzi di evitare, o almeno di mitigare gli effetti, per lo più micidiali, del ventre delle piene.

Egli è chiaro in primo luogo che sarebbe imprudente il fare nel sito del ventre alcuna operazione, la quale diminuisse ancora più la pendenza, e rallentasse maggiormente il corso del fiume.

Tale sarebbe, per esempio, una pescaja, o chiusa, come si costuma di fare a traverso de' fiumi, per alzar le acque, e derivarne una parte ad uso di edifizi o d'irrigazioni.

Certo è che se la pescaja venisse a cadere nella situazione del ventre massimo, potrebbe riuscir pericolosa e funesta. Al contrario se la chiusa sia piantata fuori del ventre, e dove molto sensibile è la pendenza, può esser guari di pregiudizio alla buona disciplina del fiume.

Egli è appunto per questo, come io credo, che nacquero fra gl'idraulici, anche i più illuminati e più saggi, quasi due opposte opinioni sul merito delle pescaje.

Gli uni le riguardano come perniciose e fatali, e riferiscono in prova esempi di grandi alzamenti d'acque e di terribili inondazioni accadute soltanto dopo la loro costruzione, e non mai vedute per lo innanzi.

Gli altri ravvisano le chiuse come innocue al corso del fiume, dicendo che se l'acqua può perdere superiormente un po' della sua velocità, la riacquista poi subito nel cader dalla cresta della pescaia, che si solleva bensì alquanto il letto del fiume al di dietro, ma che si dispone in una curva favorevole al corso, com'è la cicloide, e tanto ciò esser vero che non vengono nemmeno arrestate dalla chiusa

le ghiaje, le quali, quando sia riempiuto il vano che le si forma alle spalle, continuano a passare sopra il ciglio della medesima come facevano dapprima.

Ognuno de' due partiti è in ciò di buona fede, ed ognuno può aver ragione. La steccaja che si fa nella sfera del ventre del fiume, coll'aggiungere ostacolo ad ostacolo, ed alzamento ad alzamento, debb'essere senza dubbio, come si è detto, pericolosa, e può divenir micidiale. Ma la pescaja ne' tronchi superiori, dove maggior è il declivio del piano, può non esser dannosa, e talora diventar anzi opportuna per moderare la velocità soverchia dell'acque, e per frenare un poco l'intemperante scorrimento delle ghiaje (1).

Che se nocevoli nel sito del ventre riuscir

(1) Viviani, *Disc. sull'Arno.*

Guglielm., *Nat. de' fiumi*, *cap.* 7 *e* 12.

Grandi, *Rifless. circa all'alzamento d'una pescaja sul fiume Era.*

Poleni, *Delle pescaje e cateratte.*

Frisio, *De' fiumi e torr.*, *ecc.*

Zendrini, *Leggi e fen.*, *cap.* 5.

Lecchi, *Piano di separazione de' tre torrenti.*

debbono le traverse o pescaje, non lo saranno meno per il medesimo motivo le tortuosità ed i ravvolgimenti viziosi e moltiplicati del fiume. Perciò se la rettificazione degli alvei, di cui si è parlato di sopra, è quasi sempre utile, dove poca è la pendenza del piano, ella può essere utilissima nella località del ventre massimo, per dare uno sfogo più facile al gran corpo dell'acque.

Provvida del pari, ed utilissima nel sito del ventre riuscirebbe la escavazione del tronco che va soggetto a così viziosa corpulenza, poichè col togliere l'asprezza dell'angolo, e col raddolcire il passaggio dal piano declive all'orizzontale, si verrebbe a rimuovere in gran parte la causa vera e primaria di questa, direi quasi, organica malattia del fiume.

Noi non usiamo in tali casi altro rimedio, che quello di sempre più elevare e rincalzare gli argini del tronco vizioso; ma questo rimedio, convien confessarlo, e l'esperienza ce ne costringe, è più fatto per sospendere che per togliere il pericolo, più per tirare innanzi che per aver salute; oltrechè a forza di applicarlo,

diviene un tal rimedio ognora più debole ed inefficace, ed allora ci lascia esposti a tutto il furore del fiume che sembra voler vendicarsi sulle nostre campagne della lunga resistenza oppostagli, come fa chi prende d'assalto una fortezza ostinatamente difesa.

Se si trattasse poi della nuova unione ed immissione di un fiume minore in un maggiore, può esser forse essenziale e decisivo pel buon successo dell'opera, il conoscere prima di tutto, se la progettata imboccatura venga a cadere nella situazione del ventre massimo del comun recipiente. Perciocchè parrebbe ch'evitar si dovesse con gran cura d' incontrarsi nel ventre del fiume, onde con l'aggiunta di nuove acque in quel sito geloso non si porti il colmo del ventre ad un'altezza ancora più enorme, come avviene nell'esperimento de' canali or ora indicato, dove la maggior massa dell'acqua non disperde già il ventre, ma lo rinvigorisce ed aumenta.

Similmente per render utili i diversivi, qualora possano esserlo, non sarà forse indifferente che la bocca dell'emissario sia prati-

cata nel tratto ascendente o colmo, o nella discesa del ventre.

Ma io non pretendo in veruna maniera di esaurire questo articolo, che può dirsi ancora quasi del tutto nuovo. Io non ho inteso con ciò se non di dare un eccitamento agl' idraulici per illustrar davvantaggio con accorte e ripetute osservazioni un fenomeno dell'acque correnti così singolare, il quale, unitamente alle altre cause già mentovate, ha molta parte anch'esso senza dubbio nelle inondazioni e rovine de' nostri fiumi.

CAPO XI.

Della sovversione del fondo de' fiumi, delle ripe, delle dighe, ecc.

L'altro non men terribile effetto delle piene, come abbiamo di sopra accennato, è la sovversione del fondo, delle ripe, delle dighe, e di tutto ciò che noi opponiamo alla violenza de' fiumi.

Se l'acqua andasse crescendo a grado a

grado, e sempre parallela al fondo e alle ripe, non potrebbe mai guari esser grande l'azione da essa esercitata sopra quello, e contro queste (1).

Dico grande, giacchè non si potrebbe adottar il parere, certamente strano, quando sia preso alla lettera, del Michelini, il quale diceva che per quanto rapida e strabocchevole fosse la colonna dell'acqua che corre parallela alle sponde, queste non soffrirebbero mai alterazione veruna, quand'anche fossero di latte rappreso (2).

Ma quello che si deve intendere con ciò, e che intendeva senza dubbio il Michelini, egli è, che la impressione dell'acqua, finchè decorre parallela al fondo ed ai lati, riesce infinitamente minore di quella ch'è prodotta dalla obbliquità d'azione dell'acqua medesima.

Giova di ben comprendere la forza di questa obbliquità d'azione, massimamente riguardo

---

(1) Gugliel., *Nat. de' fiumi, cap.* 7. Zendr., *Leggi e fen., cap.* 8, *n.* 21.

(2) Michel., *Della direz. de' fiumi, cap.* 2 e 3. Zendr., *Leggi e fen., cap.* 8, *n.* 17.

al fondo de' fiumi, giacchè con essa sola spiegar si possono adequatamente gli effetti prodigiosi e terribili delle piene.

In tre modi può l'acqua esercitar sul fondo un'azione obbliqua.

Il primo è quando sopraggiunge una subita piena; il secondo quando un fiume passa da un largo letto ad un angusto; il terzo allorchè l'acqua incontra un ostacolo, e cerca di superarlo.

Cominciando dal primo caso, egli è chiaro che entrando all'improvviso un enorme volume d'acqua nell'alveo del fiume, senza che abbia tempo di spiantarsi e diffondersi su tutta la sua lunghezza, essa allora coll'immenso suo peso agir debbe obbliquamente e fortemente sul fondo, perchè le due forze, di cui è animata l'acqua, l'una parallela e l'altra perpendicolare, si risolvono appunto nella diagonale ed inclinata sul fondo stesso.

Tanto più violenta sarà poi l'azione della piena, quanto più subitaneo ne sarà l'afflusso, poichè più vasto in tal caso è il cumulo, e quasi monte d'acqua che sopravviene e si rovescia sul fondo.

Allora fa essa l'effetto dell'aratro, con cui smuove, solca e sovverte il letto del fiume.

Si vegga ora come si possa render ragione di molti fenomeni che sembrano incredibili.

Accade talvolta che di due piene uguali per volume d'acqua, una faccia orribili ruine, e l'altra non cagioni sconcerto alcuno. La prima è quella che viene in un subito, la seconda lentamente. Quella con la soprastante mole dell'acqua agisce sul fondo come il vomere; questa, crescendo a grado a grado, e quasi nella direzion parallela, agisce come il cilindro solido che si fa rotolar sul terreno per comprimerlo.

Perciò le piene più memorande in ogni paese, e più micidiali, furono sempre quelle che derivarono da improvviso squagliamento di una gran copia di nevi o da orribile rovescio di pioggia.

La tremenda inondazione del nove dicembre, 1742, di cui furono testimoni nel celebre lor viaggio al Perù gli Accademici francesi, accadde appunto pel repentino struggimento

d'immense nevi cagionato dalla esplosione del gran Vulcano di Cotopassi. Le acque salirono all'altezza di cento e venti piedi, e percorsero quarantacinque miglia in tre ore. Tutto fu rovesciato e distrutto sul cammino di sì furiosa piena (1).

Anche di due piene ugualmente subitanee può accadere, che l'una produca un picciolo effetto e l'altra un grandissimo.

Ciò viene dallo stato di magrezza, o d'abbondanza d'acqua, in cui trovasi il fiume principale all'affluir della piena. Nel primo caso la scarsezza d'acqua lascia che la piena sopra incombente possa esercitar sul fondo tutta la sua energia: nel secondo, la forza della fiumana essendo smorzata dalla copia dell'acqua che già trovasi nel fiume, non può agir più così efficacemente sul fondo.

Che se poi non vi fosse alcuna quantità di acqua nel letto, in cui viene a cader la fiumana, come succede ai torrenti che restano totalmente o pressochè in asciutto, allora più

---

(1) *Mémoires de l'Acad. des scienc.*, *an* 1749.

profondi ancora si ravvisano i segni del vomere della piena che passa, perchè immediata è appunto in tal caso, e quasi nella sua totalità, la impressione sul fondo. Allora l'azione perpendicolare signoreggia pressochè sola.

E questa è la ragione delle profonde cavità e dei precipizj che s'incontrano ne' luoghi, ove sia passata poc'anzi la rapida piena di un torrente, anche poco conosciuto ed ignobile. Tali effetti, che pajono l'opera del ferro, piuttostochè dell'acqua, non potrebbero succedere s'essa non agisse obbliquamente sul fondo, come cuneo o come aratro.

Di questa proprietà dell'acqua di agire sul fondo, quando sopraggiunge all' improvviso in massa, noi stessi ce ne serviamo assai opportunamente per isgombrare i porti dalle sabbie che vi lasciano i fiumi o da quelle che vi spingono dentro le tempeste e le alte maree.

Si rinserra a tal oggetto con chiuse l'acqua marina in tempo del flusso e della massima altezza, e quando siasi nel riflusso ritirato il mare, e trovisi nel punto più basso, si lascia uscir allora precipitosamente l'acqua impri-

gionata, la quale, avventandosi sul fondo, ed investendo i banchi di sabbia, li corrode e trasporta seco.

Consimile industria si pratica eziandio nei tronchi superiori de' fiumi per muovere e spingere innanzi le grandi cataste di pini, di faggi e d'altre piante che si tagliano nelle Alpi e negli Appennini, per i nostri usi economici e commerciali.

Ciò si fa coll'elevare l'acqua di qualche rivo che scorra in fondo della valle, trattenendolo con traverse e valide serre, sicchè regurgiti indietro e formi una specie di lago. Abbattuta poscia in un subito la barriera che sostiene il lago, l'acqua scatenata si precipita sul fondo asciutto della valle, prende in collo la enorme catasta e la trasporta per un tratto, finchè, abbassatasi di nuovo l'acqua e venuta meno la sua forza, convien ricominciare il primiero artifizio.

Queste appunto non altro sono che piene artificiali e locali, di cui, ad imitazione della natura, noi facciam uso per produrre effetti somiglianti a quelli delle piene naturali.

Il secondo caso, in cui l'acqua agisce obbliquamente sul fondo, è quando passa da un letto largo ad un altro notabilmente più ristretto.

Allora, ingorgandosi l'acqua, e sollevandosi al di dietro, si precipita poi per lo stretto, e cade obbliquamente a battere sul fondo. Quanto più angusta è l'uscita, e quanto più è costretta l'acqua a retrocedere ed alzarsi, tanto più efficace e potente in quel luogo è l'aratro della fiumana che sopravviene.

Questo è ciò che si vede in picciolo nell'acqua che cade giù per le docce de' nostri mulini, fucine ed altri edifizi, o in quella che passa sotto ponti troppo ristretti e sproporzionati alla portata del fiume. Là v'è sempre a piè de' canali una escavazione profonda; qui il ponte è spesso inghiottito dalla voragine che vi si forma.

Questo è pur ciò che si osserva in grande nelle vaste riviere, le quali, se debbono passare, come spesso succede, per qualche varco o defilato, danno luogo a quelle furiose e terribili correnti che non possono essere che assai difficilmente superate.

Nel famoso stretto del Pongo il Maragnon corre con tanta rapidità che Mr. de la Condamine, per tentarne il passo, ebbe ad attendere che l'acque di una piena poc'anzi sopravvenuta, si abbassassero di trenta piedi. Passò allora la barca sotto una lunga volta tortuosa, scavata dall'acqua nella rupe, dove appena dall'alto entrava raggio di luce (1).

Egli è perciò che ne' rapidi fiumi, e soggetti a grandi ed improvvise escrescenze, la prudenza consiglia di costruire i ponti nelle situazioni più larghe e spaziose, per evitare il ringorgo ed alzamento straordinario dell'acque, e con esso le furiose correnti e le voragini che ne sono l'effetto.

Il terzo caso, in cui l'acqua esercita la sua possente energia sul fondo, è quando incontra un ostacolo e tenta di superarlo.

Fino i ruscelli contendono coi minuti sassi, ed il loro mormorio non è che un contrasto per vincerli, ed una collera che piace, come quella de' fanciulli, perchè non può nuocere.

---

(1) *Mém. de l'Acad. des sciences, an* 1746.

Ora l'acqua, nell'assalire un ostacolo, o non può giungere a sormontarlo, ed allora, con tutta la velocità che la spinge, si alza, quanto può, contro il medesimo, e ricade dai lati; ovvero lo sormonta, e va a cadere dall'opposta parte.

Nell'un caso e nell'altro o caschi l'acqua dai fianchi battuti, o dalle spalle soverchiate dell'ostacolo, vi corrode sempre e scava il fondo, formandovi un gorgo, in cui fa precipitare il corpo che batte.

Con questo mezzo appunto l'acqua muove talvolta enormi massi, non già perchè possa ella cacciarli innanzi facendoli strisciare sulla immensa lor base, come se fossero tirati sopra una treggia, ovvero dando loro la volta, come noi facciamo con le spalle ai gran fardelli per ispingerli avanti, il che si crede dal popolo comunemente; ma perchè, formando una profonda escavazione al piede, e togliendo al masso il sostegno, lo fa capitombolare nella cavità sottoposta.

Nel rovesciarsi però concepisce alle volte il masso un moto rotatorio che lo travolve

per qualche tratto, o dirittamente, se l'acqua gli cade per di dietro, o a sghembo, se cade dai lati. Ma poscia sedendosi di nuovo su la sua base il macigno, ritorna l'acqua allo stesso assalto ed alla stessa macchinazione di prima.

Nè deve credersi che in altra guisa esser potesse trasportata dalla Zambra, picciolo torrente ed oscuro, quella gran pietra verrucana che fu descritta dal Grandi col solito suo ingegno, e calcolata dal peso di due milioni di libbre (1).

Senz'aver bisogno di supporre in quel picciol torrente una forza portentosa ed incredibile, come ha dovuto fare quell'insigne matematico, basta il modo che abbiamo indicato per ispiegare un tal fenomeno, modo ben assai più facile e più conforme alla condotta della natura, la quale si compiace di produrre i più grandi effetti co' più semplici mezzi.

Generalmente que' sassi enormi e mostruosi, che noi veggiamo nel letto asciutto o lungo le rive de' torrenti, quando è passata la piena,

---

(1) Grandi, *Nuove considerazioni sul fiume Era, n.* 23.

furono per la maggior parte a poco a poco rotolati dall'acqua con lo stesso artifizio di scalzarli al piede e di farli cadere col capo in giù nel precipizio da essa escavato.

Questo tremendo ed insidioso giuoco è pur quello che fa l'acqua per demolir le dighe e le moli erette contro i fiumi, come si dirà fra poco trattando de' ripari, dove pur mi riservo di parlare de' vortici, altro terribile stromento, di cui si serve l'acqua per escavar profondamente il suolo.

Resta ora ch'io faccia un cenno anche delle corrosioni delle ripe, il che però ben più facilmente si comprende da tutti.

Succede questo allorchè si porta l'acqua a percuoter la sponda con direzione più o meno obbliqua.

Abbiamo già veduto che nelle piene i torrenti ed i fiumi conducono seco una gran quantità di ghiaje. Essendo queste di varie facce e figure irregolari, come si è detto, e mescolandovisi talora piante con rami, ceppaje con barbe, e sterpi divelti, egli è naturale che si formino qua e là degli ammucchiamenti e

de' banchi, i quali, facendo l'uffizio di una diga, tuttochè informe, spingono l'acqua a dar di cozzo nell'opposta ripa.

Or non potendo questa, massime se sia composta di arena o di terra poco tenace, resistere all'impeto del filone che la percuote di petto, e che inoltre, alzandosi per l'ostacolo incontrato, ricade al suo piede, e la scalza per di sotto, togliendole la base, come si è veduto poc'anzi, convien che la medesima sia inevitabilmente smottata e demolita. La piena in questi casi fa cader la ripa a falda a falda, come fa il falciatore a un di presso con l'erbe e con le messi del campo.

Disponendosi per tal modo la ripa in una curva, e rimanendo l'acqua al contrario lato, da cui viene per la stessa cagione risospinta, ne segue che una corrosione ne chiami un'altra di sotto, e questa un'altra di nuovo all'opposta parte, e che così ambedue le sponde si conformino alternativamente in una serie d'archi concavi e convessi, facendo gli angoli di riflessione prossimamente uguali a quelli d'incidenza. Coteste svolte e tortuosità con-

tinueranno, finchè nuove accumulazioni di materie nel letto del fiume non gli facciano prendere un'altra direzione, ovvero finchè per la debolezza delle ripe non giunga l'acqua a fare una irruzione altrove, ed a stabilirvisi.

Quello bensì ch'è singolare, e che merita di essere indicato, si è, che il più delle volte il maggior danno e la maggior rovina delle ripe succede, non già nel crescere della piena, ma nel calar della medesima.

La ragion è che nel dilatarsi della piena, come accade per lo più ne' tronchi superiori, nuoce alla forza la troppa dispersione dell'acque, ed il loro licenzioso divagamento; laddove, nel ritirarsi che fanno, tutte le direzioni si riducono ad una sola, e tutte le forze ch'erano divise in molti rami, si concentrano nell'alveo che resta dominante.

Sono i fiumi, a questo riguardo, come i corpi d'armata, i quali, finchè si spargono a depredar la campagna, non prendono i luoghi forti. Non altrimenti le acque, divise finiscono con una scorreria, unite in massa fanno breccia.

Laddove poi l'acqua della piena rimane unita fra gli argini, come avviene ne' tronchi inferiori del fiume, lo sforzo che fa per dilatarsi sostiene le ripe; ma queste poscia, nel calar della piena, perdendo l'appoggio dell'acqua, si capovolgono e cadono nel fiume.

Risulta dunque da ciò che si è detto, che l'energia ed efficace impressione dell'acqua sul fondo, e contro le ripe, dipende dall'obbliqua sua direzione; che la grande e subitanea affluenza delle piene, portando nel fiume un monte d'acqua, senza che abbia campo di poter distribuirsi gradatamente su tutta la sua lunghezza, esercita appunto coll' immenso suo peso sopra incombente un' azione obbliqua e progressiva sul fondo che lo sovverte, e scava come fa l'aratro; che per la stessa cagione al disotto degli stretti, che angustiano i fiumi, si veggono escavazioni profonde; che per vincere gli ostacoli l'acqua si serve dell'artifizio di scavar loro al piede una fossa per precipitarveli; che sebben questo lavoro da essa si faccia occultamente e senza che si possa osservarlo cogli occhi, non è perciò men vero,

nè sono meno palesi i terribili effetti che ne procedono; che smuove e fa camminar innanzi con tal mezzo enormi massi e pietre mostruose; che mina nel modo stesso ed atterra gli argini e le ripe, associando l'insidia dell'escavazione alla forza aperta della percossa; che insomma questa obbliqua e tremenda azione dell'acqua sul fondo e nei lati, in tempo di piena, è la causa primaria della caduta delle moli e dell'opere più dispendiose innalzate dall'umana industria contro la violenza dei torrenti e de' fiumi.

Vedremo tosto qual uso far si possa di queste osservazioni nella costruzione delle dighe e de' ripari.

CAPO XII.

Delle dighe e dei ripari.

Mentre talora, sulle rive di un torrente quasi asciutto, io andava solitario meditando e disegnando sull'arena le varie sorta di ripari che furono inventati per resistere alla

forza dell'acque, e mentre io diceva a me stesso: Questi sono i pignoni di don Famiano, queste le sassaje del Viviani, così le palafitte del Montanari, così i prismi dello Zendrini, egli è più d'una volta accaduto che l'acqua cresciuta per neve disciolta portò seco i prismi, le palafitte, i pignoni e le sassaje. Io mi ritirava con la mente confitta nel medesimo oggetto.

A due cose principali però si riduce tutta la dottrina de' ripari. La prima è la direzione, la seconda è la forma.

Tutte e due hanno le lor regole, e tutte e due debbono cospirare allo stesso fine; poichè la direzion del riparo, sebben ragionata ed appropriata al sito e al bisogno, potrebbe riuscir vana senza una forma opportuna che gli dia la debita consistenza; e viceversa la forma ottimamente conceputa e ben eseguita, potrebbe riuscir inutile ed anco dannosa, quando avesse una direzione inconveniente.

Parlerò prima di tutto della direzione, poi della forma.

V'ha di quelli che adottarono il sistema

di combattere di fronte il fiume, acciocchè, quando ne sia spezzato e depresso l'orgoglio, si lasci dirigere e condurre più agevolmente.

Altri all'opposto adottarono il sistema della desterità e della dolcezza, volendo che sia più prudente e più cauto il non opporsi direttamente alla forza immensa dell'acqua, ma l'andar a grado a grado cedendo e resistendo insieme, sicchè il fiume da sè stesso, senz'accorgersi, e quasi spontaneamente, si pieghi e si rivolga a quel cammino che gli si vuole prescrivere.

Così variano appunto le opinioni sul contegno da tenersi con un giovane vivace ed iracondo. Chi crede doversi far uso di tutto il rigore e fermezza per rintuzzar le giovanili tendenze; chi stima esser migliore la via del consiglio e della persuasione. Per altro egli è spesso più facile, come diceva un idraulico illustre, il domare gl'impetuosi torrenti, che le passioni umane.

Il Michelini fu forse il primo che pose in riputazione il sistema di attaccar di fronte il fiume. I suoi pignoni o speronate, si avan-

zano arditamente verso il filone, e non temono di far con esso un angolo retto.

Anzi tanta è la fiducia ch'egli ha nel proprio sistema, che non dubita di piantar perfino il pignone allo insù, dicontro alla corrente stessa dell'acqua, facendo con la ripa superiore un angolo acuto (1).

La ragione ch'egli adduce per giustificare un tal metodo, non è, a dir vero, senza ingegno.

Allorchè un riparo si oppone di fronte alla correntìa del fiume, deve necessariamente accadere, che rompendosi l'impeto dell'acqua, e diventando essa pigra e quasi stagnante, nell'angolo che fa il riparo con la sponda del fiume, deponga in quel luogo la ghiaja, la rena ed il limo. Con ciò si solleva il fondo, si rincalza e si fortifica il riparo, e si ottiene che l'acqua, in vece di esser causa di distruzione, divenga essa medesima stromento di difesa.

Per quanto però confidar si voglia in que-

(1) Michel., *Della direzione de' fiumi*, *cap.* 23 *e seguenti.*

sti arditi ripari, essi hanno tre inconvenienti non lievi.

Il primo è quello che viene spesso corrosa la ripa, a cui si appoggiano, atteso l'urto che vi fa l'acqua rimbalzata indietro dal riparo, sicchè può succedere facilmente, e succede infatto per lo più che sia staccato dalla sponda, e che rimanga isolato ed esposto ad essere assalito dall'acqua alle spalle (1).

L'altro inconveniente è quello di produrre de' vortici.

L'acqua riflettuta dal riparo retto, non potendo retrocedere nella medesima direzione del fiume a cagion d'essere senza posa cacciata dall'acqua sopravvegnente, è costretta a torcersi dalla parte della ripa, ed a porsi in giro per ritornar nella corrente, la quale nuovamente spingendola vi fa nascere il moto circolare, e vi forma il vortice che continua poi a girare impetuosamente per li sempre nuovi

(1) Quando l'angolo è acuto, cospira ancora la prima impressione a staccar dalla ripa l'ostacolo, ed a trabalzarlo verso il filone. Grandi, *Mov. dell'acqua, cap.* 6, *prop.* 41, *scol.* 1.

strisciamenti dell'acqua sulla sua circonferenza come una ruota pensile, che quando sia in moto, con la sola applicazione della mano su la sua periferia si può far girar lungamente, o come fanno i fanciulli al giuoco del paleo battendolo con la sferza (1).

Ora i vortici sono appunto una delle cause dell'eccidio de' ripari, come si vedrà fra poco.

Il terzo difetto de' ripari retti, e più ancora degl'inclinati ad angolo acuto, è quello di rimanere dopo qualche piena, quand'anche resistano, abbandonati dal fiume, per motivo appunto della ghiaja e della sabbia, che non avendo sfogo, si arresta e si ammonticchia loro dinanzi, alzando il suolo ed obbligando l'acqua a dar luogo.

Si ritira ella di fatto alquanto dal riparo, ma quasi si sdegni di essere stata costretta a cangiar di sito, si rivolge subito dopo al di

(1) Riconoscono i vortici il più delle volte l'origine dalla inclinazione degli ostacoli ad angolo retto o acuto contro la corrente, da' quali è ribattuta la direzion dell'acqua verso la ripa. Gugliel., *Nat. de' fiumi*, *cap.* 7.

sotto contro la medesima sponda, da cui volevasi allontanarla. Si aggiunga che la punta di tali ripari è così fieramente tormentata e flagellata dall' impeto dell'acqua, che riesce assai malagevole il sostenerla.

Tuttochè dunque in qualche caso particolare possa convenir l'audacia di tali ripari, (sempreché però sieno appoggiati ad una sponda valida e forte che gli assicuri alle spalle) nulladimeno si ricerca molto giudizio e molta discrezione nel farne uso.

In generale più cauta e più efficace sarà la direzione, che forma con la ripa superiore un angolo ottuso, come quella che meno aspramente opponendosi all'impeto dell'acqua, ne può sostener la violenza con minor pericolo, e come quella che gradatamente bensì, ma con più di sicurezza, conduce il fiume in fine del conto ad obbedir al nostro volere.

Anche in questo modo però si richiede un savio discernimento ed un certo confine, poichè se troppo fosse guardingo e pusillanime l'architetto d'acque, e per soverchia cautela e timore facesse un riparo troppo corrivo ed

indulgente, che secondasse il mal talento del fiume, o appena vi si opponesse, cadrebbe in un altro inconveniente.

Non v'ha dubbio che quanto più dolce è il riparo, debb'essere tanto più lungo per produrre l'effetto; giacchè ciò che non si vuole conseguire con un impulso solo e forte, non puossi ottenere che con una serie di piccioli urti lungamente ripetuti.

Ora la soverchia lunghezza, oltrechè accresce di molto la spesa della costruzione, oggetto sempre gravissimo, aumenta pur anco il pericolo del riparo, e perchè presenta una maggior superficie agli urti del fiume e perchè, allettando ed invitando con la sua connivenza l'acqua ad appoggiarvisi con tutto il filone, rimane senza tregua esposto alla sua sempre viva e pertinace azione ed energia.

Sembra che i ripari ritengano la natura di ogni altra fortificazione. Se troppo si estende la linea, essa divien debole e facile a rompersi; se troppo si restringe, lascia de' luoghi scoperti e senza difesa.

Quindi non si potrebbe dare una misura

generale. La varietà delle situazioni, l'indole del fiume, la mole e la sopravvenienza più o meno rapida delle sue piene, il minore o maggior effetto che si vuol ottenere, queste e tutte le altre circostanze devono servir di norma al giudizioso idraulico per determinare quella direzione ed estension di riparo che nel dato caso può essere più conveniente (1).

Ciò fa conoscere chiaramente non poter essere sempre vera, ed utilmente applicabile, la regola generale data dal Frisio, cioè, che la situazione più vantaggiosa, com'egli si esprime, che possa darsi a un pennello, si è quella in cui esso forma con la ripa inferiore un angolo di gradi quarantacinque (2).

L'altra parte della dottrina de' ripari è quella che riguarda la forma.

Prima però di stabilire qual possa esser

---

(1) Viviani, *Discors. sull'Arno.*

Gugliel., *Nat. de' fiumi*, *cap.* 6 *e* 7.

Grandi, *Del Movim. dell'acque*, *cap.* 6, *prop.* 41 *usque* 46.

Zendrini, *Leggi e fen.*, *cap.* 8 *e* 9.

(2) Frisio, *De' fiumi e torr.*, *lib.* 3, *cap.* 2 *in fine.*

la forma più acconcia a render vano l'assalto delle piene, convien di nuovo por mente alle cause principali che distruggono le nostre opere innalzate contro i fiumi.

Tre sono queste cause già di sopra accennate. L'una è l'azione obbliqua sul fondo; l'altra è l'azion perpendicolare sul fondo stesso; la terza è la percossa.

Nasce la prima dall' impression successiva dell'acqua sopra incombente; nasce la seconda dalla forza de' vortici; la terza deriva dall'urto della colonna d'acqua che si spezza contro il riparo. L'una scava il fondo del fiume, come fa l'aratro; l'altra lo trapassa, come fa la terebra; batte la terza il riparo, come fa l'ariete.

Avendo già molto parlato della prima in uno de' precedenti Capitoli, basterà qui farne un cenno.

Si è detto che l'acqua esercita l'obbliqua sua azione sul fondo in più modi; e quando sopravviene in massa per rapida piena; e quando è obbligata a passare per angusto varco; e quando urta in un ostacolo, s'alza e cade al suo piede.

Se uno solo di questi modi di agire, separatamente preso, può cagionare, come si è veduto, un terribile effetto sul fondo, quanto più nol faranno insieme congiurati? Ora ciò appunto è quello che accade al riparo.

Il subitaneo afflusso della piena, e la gran massa d'acqua sopravvegnente scava e sovverte il terreno, su cui s'alza il riparo.

Spingendosi esso più o meno innanzi, ed attraversando, o poco o molto, il corso del fiume, viene con ciò a restringersi la colonna dell'acqua, massime verso la punta, e quindi vi si forma una rapida corrente che tanto più agisce sul fondo.

Finalmente per l'ostacolo del riparo alzandosi l'onda, e ricadendo, accresce vie più la energia dell' impressione sul suolo.

È dunque soggetto il riparo a tutti i modi ed a tutti gli effetti dell'azione obbliqua che può esercitar l'acqua sul fondo.

L'altra più ancora micidial azione dell'acqua sul fondo è la perpendicolare, che nasce dai vortici generati lungo il riparo, massime nell'accesso tumultuoso delle fiumane.

La loro figura è quella di un cono rovesciato, con l'apice insistente sul fondo, e con la base alla superficie, la quale essendo posta in giro dalla corrente del fiume, come si è detto, e con essa girando tutto il cono, acquista una forza immensa ed incredibile, per trapassar con la punta il terreno, e per produrre cavità e gorghi spaventevoli, che si dilatano sempre più a danno del riparo, e gli scavano in certo modo la tomba.

Possono i vortici ben propriamente assomigliarsi nell'effetto al succhiello, od al trapanatojo, con cui non solamente si traforano le grosse travi, ma i marmi eziandio ed i metalli.

Ora la forza del vortice cresce prodigiosamente, a misura che si fa maggiore la massa e la rapidità dell'acqua; poichè se sia, per esempio, doppia l'altezza, restando le altre cose pari, sarà la forza quadrupla, e se sia tripla quella, sarà nonupla questa, e così sempre come i quadrati dell'altezze; dal che si conosce a qual grado portentoso di attività per trivellare e scavare il suolo nei fiumi profondi, ar-

rivar possa questo gran cono d'acqua impetuosamente converso ed aggirato (1).

Quindi i più diligenti osservatori e grandi architetti d'acque, riconobbero ed appresero con giusto timore la possente influenza del vortice nell'atterrare le più valide moli.

Il Guglielmini notò in più d'un luogo la forza de' vortici e gironi d'acqua, distinguendo i mobili e vaganti sulla superficie del fiume, che passano e si dileguano come la vita degli uomini, da quelli che arrivano al fondo, e che non cambiano mai di sito, perchè sono prodotti da una cagione sempre attiva e costante.

Non sa poi quell' insigne idraulico come dipingere il loro terribile effetto. Ora dice che le profondità da essi causate non potrebbero credersi, se non lo mostrasse l'esperienza; ora che squarciano il seno della terra, come il tridente di Nettuno, e vi formano vora-

(1) Onde resta assai chiaro il grande aumento che riceve il vortice a misura della di lui profondità, di modo che il doppio di altezza porta quattro volte piu di forza, ecc. Zendrini, *Leggi e fen.*, *cap.* 8, *n.* 8, 9, *ecc.*

gini, anzichè gorghi, con le loro punte spaventose (1).

Non meno di lui apprende lo Zendrini la forza e l'insidia insieme de' vortici, che lavorano di soppiatto nel fondo del fiume, senza che si possa avvedersene, prima che con la caduta del riparo o della diga, che pareva inespugnabile, non si manifesti la frode che vi era coperta. Per questo motivo egli li chiama la peste de' fiumi, e paragona la loro forza a quella de' turbini e degli uragani (2).

Anche il Frisio dichiara che negli esami da lui fatti lungo il corso del Po, ha trovati pressochè tutt'i pennelli scossi e malconci, singolarmente alla punta, dalla violenza dei vortici (3). Ma troppo lungo sarebbe il riferire le testimonianze di tutti gli scrittori che hanno riconosciuto l'immensa forza e la non meno terribile insidia de' vortici.

Non è dunque da sorprendersi, se il riparo, qualunque sia, cede a quelle due formidabili

---

(1) Guglielm., *Nat. de' fiumi*, *cap.* 7.

(2) Zendrini, *Leggi e fen.*, *cap.* 8, *n.* 5 *e seg.*

(3) Frisio, *De' fiumi e torr.*, *lib.* 3, *cap.* 3.

potenze, che hanno l'antico diritto di soggiogar tutto, l'astuzia e la forza.

Il terzo modo di attacco, che l'acqua pone in opra contro il riparo, è la percossa.

Con questo mezzo essa giunge a disgregar le parti, ond'è composto, ed a rompere l'unione e la compage che lo fa forte.

Ciò essa ottiene non solo coll'urto suo ad ogn' istante ripetuto, ma con quello eziandio de' sassi, de' tronchi ed altri corpi pesanti, che trae seco nelle piene, come si è detto, e che scaglia fieramente contra la diga, facendo far loro in certa guisa la funzione della catapulta e della balista, di cui si servivano i nostri padri per abbattere le porte e le mura delle antiche rocche.

Ora per riconoscere qual sia la miglior forma de' ripari, consultiamo la natura.

Si vede che quando ella forma da sè medesima e di suo proprio disegno, sempre sublimemente geometrico, le sponde ad un fiume torbido, sono esse dolcemente inclinate, e vanno via via sempre allargandosi, a misura che si alzano dal fondo alla cima.

Tali sono appunto le ripe de' fiumi che nel lungo lor corso per vasti paesi si sono inalveati da sè medesimi con le proprie deposizioni.

Si è pure osservato che molte volte le fiumane hanno abbattuto muraglie solidissime e dighe costrutte con enormi spese, nel tempo stesso che risparmiarono deboli ripe composte di terra, e vestite di sole gramigne. Nell'esaminare le circostanze di così strano fenomeno, si è riconosciuto costantemente che queste rive, non d'altro coperte che d'erbe e spesso prive anco di tale difesa, avevano però un declivio umilissimo verso il fiume, ed all'incontro le moli or ora indicate opponevano all'acqua una fronte ardita e perpendicolare.

Un'altra osservazione importante è quella, che in tutte le valli, dove da un lato vi sieno monti scoscesi, e tagliati a picco, e dall'altro terre e piagge, che vadano elevandosi con dolce pendio, il fiume scorre sempre al piede del monte dirupato e verticale, seguendolo in tutte le sue volte, senza offender

mai guari le opposte costiere placidamente inclinate (1).

Finalmente si vede che i lidi stessi del mare, dove non sieno fiancheggiati da rupi e da scogli, ma si trovino aperti, e formati di semplici arene e di sabbie, presentano ai flutti un piano dolcemente declive, e i flutti lo rispettano.

Seguendo dunque il miglior maestro di tutti, la natura, si può dedurre da ciò che la figura del riparo, la più opportuna per resistere alla violenza de' fiumi, sia quella che presenta all'acque un dolce pendio.

Tende infatti mirabilmente cotesta figura ad eludere e render vani i tre modi formidabili di attacco che adopra l'acqua contro i ripari, e che abbiamo di sopra riferiti.

---

(1) La osservazione è di Buffon. Egli dice: *Dans tous les endroits, où il y a d'un côté de la rivière des montagnes, ou des collines fort rapides, et de l'autre côté des terres élevées en pente douce, on trouvera toujours que la rivière coule aux pieds de ces collines rapides, etc.* Bouffon, *Théorie de la Terre.*

Non potendo il fiume appoggiarsi in massa, e con tutto il corpo, alla diga inclinata, ma dovendo, a misura che cresce, disseminarsi sopra le larghe pendici del lato declive, si divide e si rompe in guisa la sua forza che non può più corrodere facilmente il fondo con l'energia concentrata di tutto il suo peso, nè può più battere fortemente un fianco che in certo modo si ritira e si schermisce dall'urto.

Si rende pure inefficace con ciò l'azione del vortice formato sulla diga inclinata, poichè o rimane poco profondo, o resta senza punta a guisa di cono troncato, e perciò è incapace di offender molto la diga, come un'asta spezzata non può più fare profonda ferita.

Egli è appunto per tal cagione che gl'idraulici più periti hanno sempre consigliata questa inclinazione del riparo, come si vedrà immantinente.

CAPO XIII.

Continuazione della dottrina de' ripari.

Don Famiano, che fu tra i primi a parlar di buon senno dei ripari, sono già circa due secoli, era solito avvertire, che i suoi pignoni discendessero gradatamente a scarpa verso il fiume, e chiamavali per tal motivo anche scaglioni (1).

L'altro maestro de' ripari ancora più esperto e giudizioso, il Viviani, ricorda ed inculca sopra tutto, di evitar la figura perpendicolare; " avvegnachè la corrente (son queste le sue " parole) urtando e scorrendo a piè di quel " piombo, vi rimolina e scava, e dopo aver " portato via il terreno, che vi è sotto, af- " fonda, o si leva in capo e scompone il " riparo. „

E parlando delle steccate che si usavano a que' tempi, non rifinisce mai di ripetere

(1) Michel., *Della direz. de' fiumi, cap.* 24.

questa essenzialissima cautela, e non dubita di affermare che in ciò consiste tutta l'arte ed il segreto de' ripari (1).

Non diverso è il sentimento del Grandi nel celebre suo Trattato del Movimento delle Acque (2).

Il Montanari aveva conosciuto eminentemente questa verità, e rintracciava il modo di poter piantare perfino i pali obbliquamente. Aveva poi costume di guernire i vari ordini delle sue palafitte, e le rive opposte alle correnti, con tavolati a scarpa, onde così garantirle dalle corrosioni e dalle punte de' vortici (3).

Con non minor persuasione lo Zendrini predica continuamente il dolce declivio dei ripari verso il fiume, confermando ciò che

---

(1) Devono farsi non a piombo, ma con grandissima scarpa, attorno e davanti, e qui sta tutto il mistero e il segreto della stabilità del lavoro in acque correnti. Viviani, *Dis. sull'Arno, ecc.*

(2) Grandi, *Movimento dell'Acque, cap.* 6, *prop.* 38 *e coroll.*

(3) Quest'armatura di tavole a scarpa alle rive opposte alla corrente è il più sicuro difensivo che possa applicarsi. Montan., *Discor. sul Sile.*

aveva detto il Viviani, vale a dire, che in questo accorgimento è riposto tutto l'artifizio delle nostre idrauliche fortificazioni (1).

Questa stessa era pur l'avvertenza primaria che inculcava il Lorgna nelle grandi opere intraprese per la rettificazione del Po al confluente della Trebbia sopra Piacenza (2). Ciò viene infine, e per la solidità degli argini, e per quella de' ripari, chiaramente dimostrato e più volte ricordato nell'egregia opera sua dal Venturoli (3).

Quindi le famose dighe dei littorali di Venezia furono costrutte con larghissimo piede,

(1) Consiste tutto il segreto di detti ripari nel ben annetterli all'argine, e nel dar loro una grande scarpa, il che quando sia effettuato, vengono impediti i vortici, e levate certamente le più pericolose corrosioni. Zendr., *Leggi e fen.*, *cap.* 8, *n.* 12 *e* 43.

(2) Voleavi una operazione più robusta e a scarpa per allontanare la generazione de' vortici che non mancano mai ne' ripari perpendicolari alla superfice dell'acqua corrente. Lorgna, *Relaz. sul taglio del Po*, 1782.

(3) Venturoli, *Elem. di meccan. e d' idraul.*, *tom.* 2, *lib.* 4, *cap.* 3 *e* 4.

e con una discesa graduata, e poco sensibile, dal loro ciglio al mare.

Quelle non meno celebri dell' Olanda vennero pur conformate, dietro lunga esperienza, co' medesimi principj (1). Gli argini della Mosa verso il mare hanno settanta piedi di base con dieci circa di altezza, e dalla parte delle Dune l'inclinazione è ancora più dolce, giungendo le dighe ad aver perfino trentacinque pertiche di base con tre sole di elevazione.

Mossi certamente da questa stessa esperienza furono gli antichi cittadini di Cremona, allorchè stabilirono ne' loro municipali statuti che gli argini del Po avessero per lo meno la base sestupla dell'altezza.

Sia dunque precipua cura del prudente architetto d'acque il fuggire il perpendicolo nella configurazione del suo riparo, di qualunque materia venga il medesimo composto. Perciocchè la materia non è sempre in nostro arbitrio, potendo spesso mancarci sul luogo

(1) Van Bleiswik, *Dissert. degli argini*, ecc.

quella che sarebbe la più opportuna all'uopo e non consentire il bisogno urgente, o la enorme spesa, che si faccia venir di lontano; ma la figura dipende totalmente da noi, ed è sempre in nostro potere.

Se però dinanzi al riparo vi si costruisca una qualche opera, dirò così, avanzata, la quale impedisca l'azione formidabile dell'acqua sul fondo, allora non nuoce che sorga diritto il petto del riparo.

Con simile avvertenza ho io fatto costruir dighe anche perpendicolari, che resistono al furore di torrenti rapidissimi e pressochè indomabili.

Sono esse composte di due parti, una orizzontale, l'altra verticale, ambedue fortemente connesse insieme, e facenti un corpo solo.

Forma la prima un largo molo perfettamente piano dalla parte dell'acqua, e in guisa basso che non ecceda la superficie del fiume nel suo stato ordinario. La seconda, che forma il petto della diga, si erge perpendicolarmente sopra il molo fino all'altezza massima delle piene.

Nasce da questa configurazione che ad ogni crescimento del fiume l'acqua salir debba sul molo, coprirlo ed aggravarlo col suo peso.

Or questo appunto è ciò che assoda e garantisce il riparo. Perciocchè tenterebbe forse l'acqua coll' impeto suo di rovesciarlo sulla schiena e gettarlo a terra supino? Essa dovrebbe cominciare a vincere il proprio peso, ed a sollevar per aria sè stessa, il che è impossibile. Vorrebbe farlo cadere col capo innanzi, corrodendo il fondo su cui giace, e scavandogli al piede un baratro per inghiottirlo, come abbiamo veduto esser suo insidioso costume? Il molo, su cui l'acqua decorre, rende vani i suoi sforzi e le occulte frodi. Nulla può essa nuocere con l'azione obbliqua sul fondo, ch'è coperto e munito del molo: nulla col mezzo del vortice che resta troncato e debole o che non può intaccar con la punta la solidità del molo stesso; l'acqua insomma è in questa guisa disarmata e resa impotente ad espugnare il riparo.

Ma senza siffatta precauzione di un molo, o contrammolo, è da fuggirsi sempre nelle

dighe e ripari l'alzato perpendicolare, quando per un propizio azzardo, ch'è per altro rarissimo, non si potesse piantar la diga sopra uno scoglio o simil base irremovibile.

Ma oltre la figura del corpo del riparo si rende necessaria del pari la connessione delle sue membra.

Egli è chiaro che quando le parti di un corpo restino come isolate ed indipendenti l'una dall'altra, con tanti centri di gravità, quante son esse di numero, si concepiranno da ognuna di loro direzioni e moti diversi, spesso divergenti, e sempre disordinati, per cui la loro debole ed apparente unione sarà ad ogni menomo urto distrutta. Tali sono quei mucchj di sabbie che il vento disperde nei deserti; tali quei monticelli di polvere che i fanciulli alzano sulla strada, credendo di arrestare una quadriga che passa. Noi veggiamo con qual facilità un torrente distrugga un banco di rena o di ciottoli, che non hanno alcun legame fra loro. All'opposto, se di tutte queste parti, benchè minime ed innumerabili, si trovi il modo di comporre un corpo solido

e pesante, con una tendenza sola, con un solo centro di gravità, noi avremo, in vece di un renajo, un muraglione, e in vece di un mucchio di terra, un riparo che potrà opporre alla furia dell'acque una resistenza vigorosa.

Per questo appunto, dove mancano le grosse pietre, si fanno i così detti cantoni di smalto o di calcestruzzo; per questo si rinserrano le ghiaje in casse ben conteste e munite; per questo, se non v'abbia nemmen ghiaje, si formano gabbionate con terra rinchiusa e calcata, in forti tessuti di sermenti e di vincigli; per questo ne' casi urgenti e ne' sommi pericoli si ha perfino potuto far fronte all'assalto delle fiumane con gradinate di zolle, e con sacca ripiene di fango o di sabbia; per questo insomma i ripari, o sieno essi prismi o piramidi mozze, o coni a larga base, o muraglioni, o speronate, o scaglioni, o pennelli, o moli di gabbioni, o palafitte o steccate, o qualunque altra specie che possa immaginarsi, tutto debbono formare un corpo il più tenacemente e validamente congiunto che sia possibile.

Egli è appunto a questo fine che il Viviani,

nel costruir le sue sassaje, suggerisce di mescolarvi per entro de' rami d'alberi con foglie, de' cespugli, degli spinai, de' salici affastellati, e simili materie, onde possano arrestare le sabbie ed il limo, negl' interstizi delle pietre, e conglutinare in tal guisa le parti della sassaja.

Siccome però un fortuito e cieco ammasso di pietre, e d'altre materie lanciate nell'acqua alla rinfusa, come sono le sassaje, non può che assai di rado formare un tutto ben unito e composto, così, fuori di qualche caso urgente e straordinario, in cui l' istantaneo bisogno giustifica qualunque ripiego, purchè sia spedito, non consente la prudenza che a questa sola e dubbia difesa sia commesso il destino di popolate ville e di feconde campagne.

Resta ora ch' io faccia un cenno anche dei ripari vegetanti che ci sono altresì dalla natura indicati.

Consistono questi nella piantagione di folti alberi ed arbusti che allignano volentieri su le sponde de' fiumi, come sono i salici, gli ontani, le acacie e simili piante, le quali col denso loro intralciamento e con quello dei

loro germogli e rimessiticci, formano una specie di barriera e di diga naturale, molto atta a reprimere l'impetuosità dell'acque.

Perciocchè le infinite resistenze, tuttochè minute, che vengono opposte da una selva di virgulti sottili e flessibili, sono quelle appunto che smorzano a poco a poco l'impeto e la rapidità del fiume, insegnandoci come solo col cedere dolcemente si possa mitigar l'ira de' forti.

Maravigliosa è la facoltà che hanno gl' infiniti fili dell'erbe palustri e le ciocche dei cespugli teneri e cedenti per ritardare la velocità dell'acque (1).

Ora non v'è bisogno di molto studio e fatica per coltivar queste dighe vegetanti. La natura tende a popolar da sè medesima le rive de' fiumi di piante acquatiche, le di cui sementi discendono a seconda dell'acqua, come se fossero in barchette, ed appressandosi alle sponde, ov'è più placido il fiume, vi approdano e vi si appigliano felicemente. Ivi tro-

---

(1) Grandi, *Movim. dell'acque*, *cap.* 4, *prop.* 35.

vando un soffice letto che le accoglie, e un limo finissimo e molle che le nutre, vi crescono rapidamente, ajutate anche dall'acqua, da quella gran vivandiera di tutte le piante, ma che prende però una cura speciale di questi figli esposti ch'ella stessa raccoglie ed alleva.

Così le sponde, le golene, le piagge, si veggono da sè medesime coprirsi di un infinito numero di arbusti e piante fluviatili, che si moltiplicano con una vegetazione prodigiosa, e che presentano, come si è detto, co' loro pieghevoli virgulti mille dolci resistenze alla forza del fiume.

Le rive del Volga, del Tanai, dell'Orenoco, del Mississipì e di tutti gli altri fiumi, dove gli uomini non hanno ancora potuto turbar la tendenza della natura, sono coperte d'immense boscaglie pressochè impenetrabili, che pongono un freno alle invasioni laterali di quelle grandi riviere.

Perciò non può essere che savia e prudente cosa l'imitare anche in ciò la natura, e il secondare il genio stesso dell'acqua che ama,

come si è detto, di essere nel suo corso, e lunghesso le sue sponde, fornita di piante fluviali. Si avranno così con poco dispendio dighe e ripari naturali, che in vece di degradare e di indebolirsi col tempo, come avviene dei manofatti, si renderanno anzi sempre più fermi coll'abbarbicarsi delle loro radici e coll'avviticchiarsi de' loro rami.

Non sempre però possiamo far uso di questa sorta di ripari verdeggianti. Per quanto sia pronta la loro vegetazione, pur v'è mestieri di qualche anno perchè acquistino la crescenza e densità conveniente, non maturandosi mai dalla natura in un giorno, se non ciò ch'è effimero, e tosto perisce.

Ora i pericoli sono spesso così estremi, e i mali così gravi ed urgenti che conviene sul fatto ad ogni costo ripararli. Tal è inoltre non di rado l'altezza e la violenza de' fiumi nelle grandi escrescenze, che i soli ripari vegetanti, quando anche fossero adulti, non potrebbero mai garantirci dal loro furore.

Le profonde escavazioni che in tali terribili momenti sono causate dal vomere delle

piene, massime se il filone si avventi contro la ripa, la fanno cadere, come si è veduto, a falda a falda ne' gorghi sottoposti, e con essa si rovesciano pure le piante sradicate.

Dunque ne' paesi fertili e popolati, dove non si possono sacrificare all' ira del fiume le abitazioni degli uomini ed i colti terreni, sempre indispensabili saranno ripari e dighe, costrutte con quelle avvertenze ed industrie che abbiamo di sopra indicate, senza per altro tralasciare nel tempo stesso di chiamar in ajuto, e come sussidiario, anco le vegetanti, ogni volta che le circostanze il permettano.

Ecco come, qualora si osservi bene la natura, e si seguano le sue indicazioni, la dottrina de' ripari che pareva dover essere assai complicata e difficile, si riduce a molta semplicità ed alla più comune intelligenza.

CAPO XIV.

Ricapitolazione di ciò che si è detto finora, ed obbiezioni che potrebbero esser fatte.

Si è veduto, fin dal principio, come proceda la natura per formare e muovere i fiumi. Semplici e mirabili insieme sono i mezzi e gli artifizi di cui ella si serve.

I vapori che dalla immensa superficie dei mari, de' laghi e delle terre s'innalzano nell'aria, e che, portati dai venti, vanno poi sulle grandi catene delle montagne a condensarsi in piogge ed in nevi, danno causa ed origine ai fiumi. Minute stille, tenuissimi fili sono i loro principj; dall'aggregato di essi si compongono i rigagnoli, i ruscelli, i rivi, i torrenti, e così successivamente i fiumi e le più vaste riviere.

Questa unione progressiva delle acque minori alle maggiori che si osserva sempre e dovunque, in tutte le parti del globo, dalle prime sorgenti de' fiumi sino alle foci, è una

legge costante e provvidissima della natura, mercè la quale rimangono liberi e sgombri dall'acque immensi continenti, che sarebbero altrimenti mortifere paludi qualora la loro superficie fosse coperta dalla moltitudine di tante acque disperse e stagnanti.

Non meno saggio ed accorto è il temperamento da essa preso di far muovere le acque sopra piani inclinati con tal proporzione e misura che sia prossimamente la massa dell'acque in ragion inversa del pendio.

Se ciò non fosse, le poche acque per difetto d'impulso si arresterebbero ad ogni passo, e le molte per eccesso d'impeto concepirebbero una velocità ed una forza distruggitrice. Ma così la ripida pendenza de' monti tende ad imprimere il movimento in quelle che cominciano la loro carriera, e sono ancor deboli, ed il soave declivio delle pianure giova a moderar la violenza di quelle che già crebbero nel corso e sono divenute possenti.

Che se son questi i modi, con cui la natura compone e muove i fiumi, non rimangono già essi senza legge, quando sono for-

mati e mossi. Sarebbe ben presto turbato ed intieramente sconvolto il loro corso, se una regola costante non lo dirigesse; qui il fiume rimarrebbe all'asciutto se lasciasse passar più d'acqua che non ne ricevesse; là si alzerebbe a dismisura, ed allagherebbe tutto all'intorno, se ne ricevesse più di quello che tramandasse.

Ma una legge immutabile in ogni fiume provvede a questo disordine. L'acqua ha la proprietà di allungarsi e d'assottigliarsi, quanto cresce di moto, ed all'incontro di accorciarsi e d'ingrandirsi, quanto scema di velocità; sicchè il vario corpo dell'acqua trovasi sempre in ragion reciproca della velocità rispettiva, onde ne segue che ne' fiumi di corso già stabilito, benchè si muovano sopra piani variamente inclinati e con velocità e corpo di acqua quasi ad ogni passo differente, pure ne passi sempre in pari tempo una egual copia per ogni sezione, e si mantenga in tal guisa il corso regolare e permanente delle riviere.

Nè da questo tenor costante ed uniforme si dipartirebbero agevolmente i fiumi, se noi stessi non fossimo gli artefici del loro disordine e insieme delle nostre sciagure.

La natura tende ad impedire o moderare le subitanee ed esorbitanti escrescenze de' fiumi col mezzo delle folte boscaglie e delle foreste che popolano e ricoprono le cime e le coste delle montagne, e che trattengono le acque cadenti dal cielo cogl' infiniti ostacoli che oppongono in tanti modi al loro rapido corso, non meno che coll' immenso corredo di tanti strumenti ed ordigni, di cui sono fornite le piante per attrarre e ritenere le acque, sicchè non possano mai queste rovesciarsi tutte unite, ed agglomerarsi nelle valli, cagionando, come ora fanno, strabocchevoli e spaventose fiumane.

Ma noi abbiamo turbato questi ordini della natura, ed ora ne portiamo la pena, sempre inseparabile dalla violazion delle sue leggi. Noi abbiamo abbattute e sterpate le selve, noi dissodati i monti e squarciati con quell'aratro che non ci fu dato per essi; avarizia mal intesa ed incauta, che per aver uno in questo giorno, ci fa perder mille domani, e per raccorre poche spighe sui dorsi sterili e precipitosi delle montagne, ci fa sacrificar feconde campagne coperte di ricche messi, al furor

de' torrenti e de' fiumi. Se fossimo in una guerra intestina fra noi, abitatori del monte e del piano, io chieggo, se vi sarebbe più certa maniera per distruggerci a vicenda, di questa, che tende a rendere i monti un orrido deserto, e le pianure un vasto padule.

Siccome però la natura, anche nelle malattie del corpo umano, che sono per lo più l'effetto della nostra sregolatezza e follia, non cessa di conservare un metodo, e di dar certi segni che giova di conoscere per applicarvi il rimedio più conveniente, così nel presente sconcerto, e, per così dire, infermità de' nostri fiumi, era necessario il notarne i sintomi e gli effetti che l'accompagnano, e indagar la maniera più propria di porvi un qualche rimedio.

Il primo effetto è la enorme accumulazione delle ghiaje, delle arene e delle bellette che, rialzando continuamente gli alvei de' fiumi, li costringono a cangiar di letto, e ad invadere ora questa ed ora quella parte de' paesi, per cui passano.

Vero è che questo effetto succede a grado

a grado, e in un qualche periodo di tempo, perchè le materie che sopraggiungono si vanno accumulando per istrati, ma non sono perciò meno certi, meno palesi e meno dannosi i cangiamenti che ne seguono.

Più veemente e più rapido è l'altro effetto del sovvertimento del fondo de' fiumi e della demolizione degli argini, delle dighe, de' ripari e delle più solide e dispendiose moli che da noi si ergono sull'acque, e che con nostra infinita sorpresa sono spesso distrutte e cancellate in guisa che non resta vestigio che dica: Qui furono.

Nell'attuale indisciplina e disordine dei nostri fiumi, nel tumulto e nella sfrenata sopravvenienza delle loro piene, par che l'acqua sia divenuta più maligna, più violenta ed anco più scaltra ed insidiosa; giacchè, lavorando in segreto nel fondo del fiume, e a piè delle dighe, ora col valido aratro della fiumana sopra incombente, ora con la punta tremenda de' vortici, ora con l'alzarsi e col ricadere dell'onda che precede, e dell'onda che segue, cagiona profonde escavazioni e voragini che

fanno traboccar capovolti ed inghiottiscono i nostri ripari.

Nè men fatale e terribile, benchè non guari osservato, è l'effetto del ventre delle piene, tanto più smisurato ed enorme, quanto è più subitoso e rapido l'afflusso dell'acque, da cui ripeter principalmente si debbono le grandi e straordinarie inondazioni locali che non possono essere arrestate nè da qualunque siasi altezza d'argini, nè dalle bocche de' diversivi, nè dalle stesse rotte e squarciamenti delle ripe.

In tale stato e tenor di cose noi abbiamo veduto con quali regole ed avvertenze proceder si debba in tutte le nostre operazioni che possono aver luogo sui fiumi. Queste avvertenze e queste regole furono dedotte dalle stesse indicazioni ed additamenti della natura. Quale scorta esser potrebbe più sicura e più fida?

Si tratta dunque, per esempio, di rettificare il corso de' fiumi? Si è veduto che quanto ciò sarebbe improvvido e vano ne' rapidi torrenti e ne' tronchi superiori che corrono in ghiaja, altrettanto può esser utile ne' tronchi

inferiori, dove le tortuosità ed i serpeggiamenti vie più scemano il moto dell'acque, già troppo infievolito dalla cessazion del pendio.

V'è questione di dar ricetto in un fiume reale ad un fiume minore, ovvero di separare e diramare una gran riviera in molti letti e canali? Esaminando la condotta della natura e le sue provvide mire, ci siamo assicurati, che nell'aggregar acque ad acque noi seguiamo le sue regole, e nel disgiungere fiumi da fiumi ci opponiamo al suo esempio.

Similmente non possiamo ingannarci in qualunque altra operazione, quando si seguano le già indicate avvertenze, o si parli di erogazioni d'acque, o di pescaje e sostegni attraversanti il corso de' fiumi, o della erezione di ponti, di argini, di dighe e di ripari, qualunque sia la loro denominazione e la materia di cui sono composti.

E se finalmente si tratti di più alto soggetto, quello, cioè, di applicare un rimedio radicale al disordine de' nostri fiumi, le indicazioni della natura ci palesano il vero, il salutar provvedimento che si renderebbe op-

portuno, e che non sarebbe nè di lunga, nè di malagevole esecuzione quando fosse questa ben concepita e guidata, come dirassi a suo luogo.

Ciò è, come ognuno ben vede, di ricoprir di selve le spalle e le coste ignude e straziate de' nostri monti. Quando saranno repristinate le montagne ai loro naturali usi ed uffizi; quando saranno rimarginate le profonde piaghe che noi abbiamo lor fatto col ferro e col fuoco; quando torneranno le piante a rassodarle con le loro radici, e ad ombreggiarle con le loro frondi; quando le piogge vi troveranno mille stazioni e ritegni; quando le acque, in vece di piombar tutte in un istante nelle valli e nei letti dei fiumi, non vi giungeranno che in parte, e a grado a grado, e l'altra sarà trattenuta per nutrire le fonti perenni; quando le piene succederanno con un periodo, e con un afflusso più regolare ed uniforme, allora più facile e più sicuro sarà il regolamento de' nostri fiumi; allora il reciproco interesse unirà insieme il monte ed il piano; quello darà i legni d'alto fusto alle fab-

briche ed ai navigli, i combustibili ai nostri focolari e alle arti, il fresco ricovero e il sano pascolo alle bestie negli ardori estivi, il formaggio, il burro, le lane; questo a vicenda gli somministrerà grani d'ogni sorta, maturi e salubri vini, manifatture, ed accoglierà nel verno sulle sponde de' suoi fiumi, divenuti più docili e mansueti, i pastori e le gregge montane, e così si vedrà ristabilito quel vincolo e quell'armonico rapporto ch' esser vi debbe fra la pastorale e l'agricoltura, dal quale appunto deriva la maggior ricchezza e prosperità di un paese principalmente agricola com'è il nostro; ed ecco un altro anello di unione che la scienza dell'acque, come fu detto a principio, ha con la politica economia.

Ma si potrebbe dir forse da taluno, o ligio o persuaso degli usi antichi e delle inveterate opinioni, essere una follia il presumere di poter condurre per mano i fiumi, i quali, non già dalle piogge o dalle nevi, come il volgo, che crede ai sensi, si avvisa, ma emanano direttamente dai gorghi profondi e dalle ampie voragini che si trovano nelle viscere della terra.

Quand'anco poi gratuitamente si concedesse poter le piogge e le nevi dar origine ed alimento a tanti e così vasti fiumi, e le piante aver la virtù prodigiosa di rattenere le acque, che gioverebbero le selve nel verno e nei molti mesi in cui sono spogliate di frondi?

E qualora pur giovassero le piante in tutto l'anno, come sarebbe possibile, nello stato di sfacimento e distruzione, in cui son già ridotte le nostre montagne, di riparare a sì orribil guasto e ruina, e di crear di nuovo le selve?

Che se per prodigio, e con immenso dispendio, in un lunghissimo corso d'anni, e non mai per noi, ma per li tardi nipoti, ciò potesse ottenersi, che altro si guadagnerebbe alfine che render di nuovo insalvatichita l'Italia, e privarla della maggior parte de' suoi montani e più utili abitatori?

Per ultimo, non si violerebbe forse il sacro diritto di proprietà col costringere i cittadini ad alterar la coltivazione delle coste de' monti, ch'essi trovano o credono più vantaggiosa, qual è quella de' seminati, per

sostituirvi sterili macchie ed infruttuosi cespugli?

Mancherei certamente all'obbligo che mi sono imposto se non rispondessi a cadauna di queste obbiezioni. Farollo dunque ne' seguenti capitoli, e coll'ordine stesso con cui furono enunciate.

CAPO XV.

Della origine de' fiumi.

Gli antichi credettero che nel seno della terra vi fossero molte caverne e cieche strade di comunicazione, per le quali si ponesse il mare in corrispondenza co' fiumi.

Seneca, nel riferire le opinioni fisiche allora dominanti de' filosofi greci e romani, tocca eziandio questo punto nelle sue Quistioni naturali.

La pioggia, dic'egli, ch'è di sua natura passeggiera, potrà bensì formare un torrente che è fugace ed effimero com'essa, ma non giammai un fiume durevole e permanente. Ciò

sarebbe un voler che l'effetto fosse superiore alla causa (1).

Il mare passa per tutti gl'interni strati della terra. In questa immensa feltrazione depone egli l'amarezza nativa, e si fa fonte, rivo e fiume che poi ritorna al mare (2). Non v'è principio, non v'è fine, non vi sono estremi in questo circolo maraviglioso ed eterno. Egli è appunto perciò che sono perpetue le vaste riviere; egli è perciò che nella furia delle lor piene mostrano sovente che derivano da un padre iracondo, dal mare (3).

Or, si soggiunge da que' moderni che adottarono cotesta vecchia opinione, potrete voi

---

(1) *Pluvia potest facere torrentem, non potest facere fluvium aequali inter ripas tenore labentem.* Sen., *Nat. Quaest.*, *lib. III*, *n.* 2.

(2) *Occulto enim itinere subit terras et palam venit, colaturque in transitu mare, quod per multiples anfractus terrarum amaritudinem ponit, etc.* Sen., *Nat. Quaest.*, *lib. III*, *n.* 5.

(3) *Quomodo maris, sic et hujus aquae mitioris, idest fluviorum, vasta in occulto via est, quam nullus fluminis cursus exhauriet, etc.* *Id. ib.*, *n.* 15.

comandare alla natura nelle sue mirabili operazioni sotterra? Avete voi le chiavi di quelle immense spelonche, di quelle oscure voragini che pongono i laghi ed i fiumi in continua comunicazione col mare? Che giova dunque il pensare alle selve ed alle minuzie delle fonti e dei rigagnoli, e perfino delle gocciole d'acqua?

Ma cotesta dottrina degli antichi, la quale si fonda onninamente sopra cause occulte ed ignote, deve cedere al lume della ragione e della cotidiana esperienza. Il vero processo, che segue la natura per formare e mantenere i fiumi, sebben diverso da quello che ho riferito, è senza dubbio non men grandioso e magnifico ne' suoi effetti che mirabilmente semplice ne' suoi mezzi.

Tutt'i fiumi provengono dalle acque cadenti dal cielo, e queste dalle perpetue, immense, infinite svaporazioni che dalla superficie di tutti i mari e di tutte le terre si sollevano nell'atmosfera, e poi si rappigliano e ricadono in piogge ed in nevi.

Per poter porgere una qualche idea di così

stupendo lavoro, e di questo maraviglioso lambicco, dirò così, della natura, si soffra ch'io faccia un cenno di alcune fra le molte osservazioni da me fatte su tal articolo interessante.

I. In un mattino di estate, poco dopo il levar del sole, stando in sul margine di un lago, o di uno stagno, su cui già comincino a battere i primi raggi dell'astro del giorno, se si pieghi il capo a terra, e si fissi l'occhio invèr l'opposta sponda, si vede una gran moltitudine di vapori che si alzano da tutta la superficie dell'acqua, ed appannano la faccia del sole, come se fosse mirato a traverso di un velo.

II. Esposto parimente nelle ore mattutine al sole nascente un largo vaso, col fondo coperto d'acqua all'altezza di due o tre pollici, vi si ravvisa chiaramente lo stesso fenomeno de'vapori che si ergono e filano per l'aere, come nebbia sottile. Ma quando il sole si è ben alzato sull'orizzonte, e già riscalda coi suoi raggi divenuti più forti l'acqua del vaso, non si distinguono più, per quanto si tenda l'occhio, i vapori, benchè si sollevino senza

dubbio in maggior copia, come dimostra l'acqua che si va sempre più diminuendo, e alla fin si dilegua e tutta si consuma.

III. Se nel vase si gettino piccioli corpi galleggianti, come pezzuoli di sughero o tritumi di paglia o midolla di sambuco, ovvero vi si pongano stracci di bambagia, o di lino o d'altra materia, che parte sieno immollati nell'acqua, e parte restino fuori di essa, la svaporazione del fluido contenuto nel vase si fa maggiore, e l'acqua più presto si disperde e svanisce.

La prima e seconda osservazione fanno conoscere il perchè sulla superficie de' luoghi bassi ed acquidosi si scorgono nel mattino quelle nebbie che non possono alzarsi per l'aria fresca ed ancor densa, ma che poi verso il mezzodì si diradano, nè son da noi più vedute, atteso che allora i vapori riscaldati dal sole sono resi più sottili e volatili, e l'aria insieme più rarefatta li lascia sfuggir più liberamente.

Ma se con la loro finezza si sottraggono allora al nostro sguardo, non è per questo

minore la lor copia, siccome non cessiamo noi di respirare in sul meriggio estivo, o in una stufa, benchè il nostro fiato non si discerna con l'occhio, laddove, se l'aria e il luogo sia freddo, l'alito a guisa di fumo ci si rende chiaramente e ad ogni respiro visibile. E infatti ritornando col cader del sole la medesima freschezza e densità dell'aria, que' vapori che ci sfuggivano all'occhio, si fanno veder di nuovo, com'è in sulla sera quella densa caligine e fumméa, che si osserva sopra gli stagni, o sulle nostre irrigue praterie, e come pur sono le rugiade e le guazze che ogni giorno di state salgono, senza che ce ne accorgiamo, in vapori, ed ogni notte ricadono a confortar l'erbe e le messi.

La terza osservazione poi ci dinota una ingegnosa industria della natura per agevolare ed accrescere le svaporazioni, quella cioè di molte piante, vôte nel mezzo o leggieri e bibaci che sorgono fuori delle acque, e per di cui mezzo il sole attira e solleva una maggior quantità di umori. Son elleno come altrettanti cannelli, con cui e' succia l'acqua.

Perciò i fossi, gli stagni e le paludi, le quali si trovano popolate di giunchi e di canne palustri che si alzano per molto tratto al di sopra dell'acqua, si asciugano facilmente nella state perchè appunto quanto più quelle piante spugnose, avide e sitibonde, bevono d'acqua, tanto più il sole da esse ne tira e ne solleva, oltre quella porzione non minore che ne rapisce anche il vento, il quale si caccia, e fischia solitamente per entro a quelle sottili e tremolanti selve.

Sì certamente, non fanno i venti soltanto il mestiere di trasportare i vapori sollevati dal sole, e di radunarli nelle gole e sulle lunghe falde delle montagne in forma di nubi, ma ne distaccano essi pure, e ne assorbono da tutte l'acque, da tutti i corpi una quantità immensa, e non minor forse di quella del sole medesimo. Per farmi però una qualche idea di cotesta forza assorbente ed essiccativa de'venti, e del modo con cui agiscono in questa grande operazione, ho istituite varie prove e sperienze, di cui ne accennerò qui brevemente tre sole.

IV. Avendo esposto al vento in tempo di notte o anche di giorno in luogo riparato dal sole, una serie di piatti o di vasi poco alti e via via sempre più ampj e spaziosi, e versatavi in ognuno di essi la medesima quantità d'acqua, per esempio, una libbra, due o più, ho riconosciuto che l'acqua era rapita e consumata dal vento in un tempo tanto minore, quanto era più ampio il vaso, sicchè il tempo del consumo dell'acqua può dirsi prossimamente in ragion inversa dell'ampiezza del vaso.

V. E se ne'menzionati vasi si gettavano paglie, sarmenti, pezzi di spugna, fiocchi di lana, penne, cenci e simili cose, nel modo che si è fatto al numero III, più pronto e più sollecito facevasi il rapimento dell'acqua, lasciando asciutti ed inariditi anche i detti corpicciuoli.

VI. Questo effetto in tutti i vasi, a proporzione, succedeva tanto ancora più presto, quanto più era gagliardo e veloce il vento che soffiava. L'acqua ne'larghi e spaziosi vasi dileguavasi allora in brevi istanti.

Ciò mostra che l'effetto del vento è in ra-

gion del numero delle sue parti che passano e strisciano successivamente sulla superficie dell'acque e de' corpi. Or grande senza dubbio, e prodigioso esser deve l'effetto dell'applicazion successiva e strisciamento continuato delle innumerabili ed infinite parti del vento, le quali sempre nuove e sempre assetate, bevono, rapiscono e portano via tutte una stilla di umore.

Ed ecco appunto il perchè i pannilini che escono del bucato, ed il mantello grave di pioggia, e l'erbe falciate di fresco ed i grani appena raccolti, e tutto ciò ch'è molle ed imbevuto d'acqua, si dispieghi all'aria, e si distenda quanto più spaziosamente è possibile, per agevolarne l'asciugamento. La nostra esperienza è quella che ci guida in ciò senza pensare alla ragione.

Ecco pure il perchè, quasi all'improvviso e con nostra sorpresa, il vento dissecchi talora strade coperte d'acqua e di fango, fossi profondi, luoghi sommersi o fontanosi o palustri ed anche piccioli laghi e stagni e maresi. Egli fa in poche ore ciò che non farebbe il sole in molti giorni.

E questo ancor è il motivo, per cui bene spesso alcune giornate di vento esauriscono per tal modo d'umido la terra, l'erbe e le piante, che quella tutta diviene arsiccia e polverosa, e queste chinano il capo appassito e languente, il che non giunge mai a fare in sì breve tempo il sole. Perciocchè le frondi fan ombra alle piante, e le piante alla terra, all'erbe ed ai fiori, e per conseguenza li riparano in qualche modo dai raggi del sole e vi mantengono più a lungo il rezzo, l'umido e la freschezza. Ma il vento, alzando in globi di polvere la terra, maggiormente le esaurisce, e cacciandosi per entro agli steli de' fiori, ai fili dell'erbe, ai rami ed alle foglie delle piante, e strofinandosi su tutte le cortecce e radendo con infiniti punti e succhiando con infinite bocche, lascia tutto smunto, spremuto ed inaridito.

E ciò tanto più presto avvenir deve, quanto più veloce e rapido è il vento che passa su la superficie dell'acqua e de' corpi; attesochè si succedono allora, e crescono in più gran folla i punti di contatto e di gran lunga più

numerose si fanno le parti striscianti, assorbenti e predatrici. Il vento è come i corsali che quanti più sono in numero, tanto più vi derubano e vi spogliano; e se qualche cosa è sfuggita ai primi, ve la strappano i secondi, o quelli che vengon lor dietro, finchè vi lasciano ignudo e tapino.

Perciò que' cenci e quelle spugne o fiocchi di lana o penne, od altro che si gettarono ne' vasi, o i giunchi e le canne che sorgon fuori dell'acque stagnanti e paludose, o quei vasti campi di alghe e piante marine, le quali fanno talora verdeggiare gran tratti dell'oceano e per entro le quali si sente fremere e sibilare il vento, lo ajutano mirabilmente a rapire in maggior copia le minime particelle del fluido, presentando al medesimo mille punti e mille lati che si bagnano dall'onde agitate ed innumerabili gambi e foglie che attirano l'acqua. Ed io pur credo che lo stesso increspamento che nasce allo spirar de' venti sulla superficie del mare o de' laghi e de' fiumi, contribuisca esso pure al medesimo effetto, perchè moltiplicandosi per tal guisa di molto

i punti del contatto, e spingendosi l'aria e volteggiando per mezzo a quelle piegature ed innumerabili vallette, acquista il mezzo di poter predare ed asportare una maggior copia d'acqua.

È dunque certo che il vento non solo è il trasportator de' vapori sollevati dal sole, ma fa esso pure un immenso bottino di umori che rapisce alle acque, alle terre, alle piante e ai corpi tutti: egli carica il suo carro anche per conto proprio, e questa merce non è minore dell'altra.

Egli è perciò che i poeti, i quali danno membra e forma e costumi agli oggetti della natura, ci rappresentano l'Austro e lo Scilocco che svolazzano con l'ali gravi di nembi e di piogge e tutte grondanti d'acqua (1). Ed infatti que' due venti, i quali ci vengono dai climi caldi e meridionali, e passano talora, prima di giungere fino a noi, sopra una im-

(1) . . . . *madidis Notus evolat alis*,

. . . .

Barba gravis nimbis, canis fluit unda capillis;
Fronte sedent nebulae, rorant pennaeque sinusque.
Ovid. Metam., lib. I, vers. 264, ecc.

mensa superficie di mari e di terre infiammate dai cocenti raggi del sole, si caricano e s'impregnano in guisa di esalazioni e di vapori che ne rimangono per così dir saturati, e non solo non possono più assorbirne, ma sono costretti a lasciarne anche per viaggio qua e là, dove urtano o s'incontrano ne' corpi, onde ne viene che al dominar di que' venti australi e piovosi, i legni, i marmi, i metalli, le muraglie, le vesti, le suppellettili, tutto sia gocciolante o imbevuto d'acqua.

Son dessi appunto che ci portano le lunghe e dirotte piogge della primavera e dell'autunno, siccome quelli del Nord ricoprono le nostre montagne d'immense falde di nevi.

Or, senza bisogno d'immaginare oscure voragini e gorghi profondi, comunicanti col mare, noi sappiamo che queste piogge e queste nevi che vengono dal cielo, bastano a formare e mantenere tutti i fonti, i rivi, i laghi ed i fiumi. Le sperienze fatte per oltre un secolo dai più illustri fisici dell'Europa non ce ne lasciano più ormai dubitare (1). Io non

(1) Mariot., *Mouv. des eaux*, *lib. I*, *disc. II*.

ripeterò qui ciò che ho già detto altrove per dimostrare, parlando del Po, quanto sia grande e sterminata cotesta massa d'acque che cade ogni anno dal cielo (1). Ciò che si è detto del Po, conviene proporzionatamente del pari a tutt'i fiumi.

Si è inoltre veduto nel medesimo luogo che la quantità dell'acqua delle piene che passa per un fiume nel corso dell'anno, è molto maggior di quella che scorre per il medesimo fiume in istato comune ed ordinario. Or non v' ha dubbio che le piene non procedano dalle piogge e dallo scioglimento delle nevi, come la giornaliera esperienza ci mostra. Se dunque la parte maggior dell'acqua de' fiumi è dovuta a quella che ci viene dal cielo, perchè non sarà della stessa origine anche la minore?

Si aggiunga che l'acqua d'una fiumana, o per la qualità delle materie che conduce, o per il color delle terre che vi sono disciolte,

---

Frisio, *De' fiumi e torren.*, *lib. I*, *cap. I*.
Zendr., *Leggi e fenom.*, *ecc.*, *cap. VII.*
(1) Vedi sopra, cap. VII, pag. 88 e seg.

ci palesa il sito dond'è partita: si sa da qual monte, da qual valle provenga, quasi come dall'abito e dalla faccia si conosce di qual paese sia uno straniero che giunge.

E dove lascio la perfetta corrispondenza delle piogge co' fiumi, sicchè, dove quelle mancano, rimangano questi all'asciutto, o poveri d'acque; e dove abbondano quelle sieno doviziosi ancora questi; e se periodiche sieno le prime, sieno altresì periodiche le piene, e se irregolari ed avventizie le une, avventizie pur sieno ed irregolari le altre?

E che diremo dell'altro rapporto e proporzione costante che v'è fra la grandezza o ricchezza de' fiumi, e la estension delle montagne e dei paesi che tributano loro le acque, di modo che quelli che hanno un vasto territorio e molti vassalli e tributarj, sieno eziandio più grandi, più ricchi d'acque e navigabili; ed all'incontro quelli che hanno una picciola e povera giurisdizione, si trovino sempre con un patrimonio d'acqua scarso e ristretto?

E come si tacerà di quel grande inzuppamento della terra sulle coste delle montagne

e nelle valli, per cui non puossi graffiare, non che dirompere, il suolo erboso o muscoso di que' luoghi, senza che da ogni parte si vegga o stillamenti uscire o schizzare spilli o gemer acque, siccome col pungere, o lacerar la nostra cute, in qualunque sito ciò sia, spiccia fuori il sangue dagl' innumerabili vaselletti sanguigni, onde sono le nostre membra tessute.

E perciò probabilissimo e naturalissimo io trovo ciò che si narra del Monte Emo, e che da molti si crede una favola, cioè che avendovi i Galli, assediati da Cassandro, abbattuta una selva, ed eretti de' trinceramenti, si videro sortire qua e là copiose fonti che prima non v'erano. Quei nuovi sgorgamenti d'acque provennero appunto dall'essere state, col dirompere il terreno, troncate le vene, ed i piccioli canali innumerevoli ed infiniti che sotto la prima corteccia del suolo s' imbevono e si inzuppano delle acque delle piogge e delle nevi.

A torto per altro Teofrasto deduceva da questo fatto, che, prima di Cassandro e dei Galli, non avesse avuto l' Emo nè fiumi, nè

fonti. Come poteva dir ciò, se l' Emo formava una gran catena di montagne, ch'estendevasi dalla Macedonia al Mar Nero; se l' immense sue spalle erano tutte coperte di vastissime foreste; se il suo capo nevoso innalzavasi fino alle nubi, sicchè da una parte discopriva l'Eusino e dall'altra l'Adriatico; se dal fianco boreale cinque fiumi discendevano nel Danubio, e dall'opposto lato due, fra gli altri, cadevano nel mar Egeo, l'Ebro e lo Strimone, famosi entrambi, e massime il primo, che portò, secondo i poeti, sull'onde riverenti la testa di Orfeo, la quale, recisa com'era, andava pur anco mormorando un non so che di flebile e soave (1)?

Ma troppo io mi perdo in provare ciò che è di già manifesto. Tutti i fiumi del mondo procedono dalle acque cadenti dal cielo. An-

(1) *Fuit aliquando aquarum inops Haemus, etc.* *Sen.*, *Nat. Quaest.*, *lib. III.*

Haemus in tantam altitudinem abit ut Euxinum et Adriam in summo vertice ostendat, *etc.*

Cluv., Introd. Geogr., lib. IV, cap. 14, *De Thracia.*

Id. cap. XVI, *De Maesia.*

che que' pochi che vengono alla luce bell'e formati, nascono dalla penetrazione ed unione dell'acque delle piogge e delle nevi nel seno de' monti, dove concorrono esse da varie parti nelle conserve e nei depositi che vi si fanno, e d'onde poi sgorgano in copia tutte insieme e ad un punto solo. Tutte le acque della terra si sollevano continuamente in vapori, ed i vapori si convertono successivamente in nuove acque. Sorprendente, magnifico e semplice insieme è questo gran laboratorio della natura; gli artefici, di cui ella si serve in questo grande ed incessante travaglio, sono il sole ed i venti; la mole delle esalazioni è immensa, e al di là della nostra immaginazione; tutti i mari, tutti i continenti, tutt'i corpi concorrono ad accrescere la moltitudine de' vapori ed a riempierne l'atmosfera; essi son quelli che formano le nubi, le rugiade, le piogge e le nevi che ridonano al mare, alla terra ed ai corpi i perduti umori: le nevi e le piogge sono pur quelle che compongono e mantengono i fiumi, la maggior o minor copia d'acque che questi possiedono secondo la estension del paese, le

piene corrispondenti alle piogge, i periodi comuni alle une e alle altre, la qualità delle materie che traggono seco, il color medesimo di cui si tingono le acque, tutto insomma fa conoscere che i fiumi non nascono da occulte e misteriose cagioni, ma bensì dalle acque vegnenti dal cielo; le catene delle montagne sono dalla natura destinate a dar origine e movimento all'acque correnti; ivi è specialmente che si condensano i vapori e si radunano le nubi; ivi è che cadono più frequentemente e più copiose le piogge; ivi è che si trovano le grandi ghiacciaje e gl'immensi depositi delle nevi; ivi la crosta della terra è tutta intrisa ed impregnata d'acque; ivi gli stillicidj, ivi le fonti, ivi le conserve perenni ed inesauste.

Non è dunque un errore, non è una chimera il rivolgersi alle montagne ed il cominciar fino dai loro principj a raffrenare l'intemperante afflusso e la eccessiva velocità dell'acque correnti, non meno che l'enorme e perniciosissimo strascinamento ed accumulazione delle ghiaje, delle sabbie e delle terre,

e ciò col mezzo additatoci dalla stessa natura che abbiamo presa per guida in tutte queste considerazioni e ricerche, quello, cioè, della tutela de' monti e delle foreste.

Ma che gioveranno, si replica, le selve in tutti que' mesi del verno, in cui sono esse ignude e spogliate di frondi?

CAPO XVI.

Della utilità delle selve anche nei mesi del verno per raffrenare, o moderare le acque correnti.

Egli è vero che la maggior parte delle piante ne' mesi del verno rimangono prive di foglie; ma ne abbiamo per altro un buon numero che le serbano verdi anche in mezzo alle nevi ed ai ghiacci.

V'ha diverse specie di pini che crescono alteri e vigorosi ad onta de' più rigidi freddi, ed innalzano anche di fitto inverno le lor cime verdeggianti sino al cielo. Essi potrebbero chiamarsi le piramidi delle nostre foreste.

Tutte le Alpi, e massimamente le Retiche e le Noriche, se non fossero impedite da noi stessi, ne sarebbero per ogni dove coperte.

O si voglia fra i pini quello che ci somministra la pece, e prende il nome da essa, o quello che chiamasi abete, e che, dopo eziandio di esser reciso, va a portar le vele delle navi, ed a contrastar coi venti sul mare, come aveva fatto nel bosco; o piaccia più quello che dicesi cembro, il quale più d'ogni altro somiglia al cedro di Siberia, ed alligna sì bene su le più alte cime delle nostre montagne; o finalmente si preferisca il bellissimo pino o cedro del Libano, che frondeggia più maestosamente di tutti, e che non può ricusare le piagge de' nostri monti meno elevati, non v'ha certamente piante che sieno più appropriate a trattenere le piogge.

La densità delle lor foglie conformate a fiocchi, la numerosa serie de' rami sempre più lunghi ed estesi dalla cima in giù, di grado in grado e di stazione in stazione, la stessa scabrosità delle ruvide scorze, talora screpolate o squamose, l'umor gommoso ed appic-

caticcio che investe coteste piante, tutto insomma le rende opportunissime a porgere alle acque che vengono dal cielo alloggiamenti, fermate, pose, ostacoli, ritegni.

Ma, oltre gli alberi già detti, potrei nominare il tasso, che per la durezza merita di esser chiamato l'ebano de' nostri climi, o il ginepro che con l'acute sue foglie sembra essersi armato contro le pruine ed i geli, e che qualora non sia scapezzato, si erge in molti luoghi fino a quaranta piedi, o il carpino, il quale sì tenacemente ritiene per tutto il verno le foglie antiche da non deporle mai fino allo sbucciar delle nuove, o l'elce, o il rusco o mirto selvaggio, od altri che, per quanto sia crudo il verno, non si lasciano mai cader le chiome.

V'ha pure un buon numero di piante parassite e vernerecce, alcune delle quali si arrampicano e s'attorcigliano ai tronchi ed ai rami delle altre piante, e le vestono di lieta verzura anche quando non regna che borea nevoso.

Tal è, per esempio, l'ellera che stringe

d'ogn' intorno il fusto di molti arbori, e così acconciamente lo adorna col suo verde fogliame che da ciò senza dubbio fu presa la forma e il modello de' nostri candelabri.

Tal è ancora il vischio che si appiglia ai rami degli alberi maggiori, e li cinge ed infronda nella più rigida stagione con vaga vista, e in guisa da fermar l'occhio sorpreso di chi lo mira (1).

Nè men utili all'oggetto di trattenere e soffermare le acque, sono pure moltissime altre piante minori, parassite anch'esse, e sempre verdeggianti, come i muschi che formano un popolo numeroso, che amano i luoghi ombrosi e freddi, che si abbelliscono e fioriscono in mezzo alle brine e alle nevi, che ricoprono essi pure d'un verde vivace i pedali e i rami delle vecchie piante, non meno che i sassi, le roccie e le volte delle grotte, e che con le loro minute, infinite e insieme cedenti e mollissime foglie tengono preparato e disteso in sul ter-

---

(1) *Quale solet sylvis hiberno tempore viscum*
Fronde virere nova, etc.

Virg. Æneid., lib. 6.

reno un letto, dirò così, morbido e sprimacciato, per accoglervi e trattenervi le acque delle piogge e delle nevi.

Più varie e non men popolose sono le tribù de' licheni, i più poveri e frugali di tutti i vegetabili, ma insieme i più numerosi, come quelli che non rifiutano luogo, per quanto sia sterile ed aspro, dove non piantino casa e famiglia, e non vi mettano figli con una fecondità prodigiosa, giacchè alloggiano e fan le nozze, e si propagano, non dirò solo sulle cortecce, sui ceppi o sugli sterpi, ma sulle più dure pietre, sui greti, sulle ruine, sulle ossa, nulla insomma nè sì alpestre ed inospite, nè sì rigido e gelato, nè sì ferrigno e selvaggio si trova che non serva di domicilio, di letto conjugale, di cibo a questa gente temperantissima ed innumerabile.

V' ha i filiformi, i capelluti, i barbati, i tubulati, gli scififeri o portanti bicchieri, nei quali tremola l'acqua raccolta; v' ha i così detti leprosi, cotanto utili alla tintura ed al commercio; v'ha i peltati che ottennero, ma per breve tempo, la riputazione di essere un

sicuro specifico contro l'idrofobia; v'ha gli epatici, e i polmonari, le cui virtù sono anche al dì d'oggi decantate in certe malattie; v'ha un gran numero d'altri sotto varie forme e figure che vivon tutti, e vegetano bene sotto le brinate e le nevi, e che si moltiplicano, come ho detto, in una quantità prodigiosa ed incredibile; perchè sembra che la natura, sia negli animali, sia ne' vegetabili, abbia voluto che la tenuità e debolezza venisse compensata dalla immensa moltitudine, onde fosse così provveduto alla loro perpetua conservazione.

Ma se anche mancasse cotesto considerabil numero di alberi sempre verdeggianti, se anche tutte le piante nel verno delle loro frondi si spogliassero, nulladimeno immenso ancora sarebbe il vantaggio delle selve, sia per il presidio delle montagne, sia per il ritegno delle nevi e delle piogge.

Primieramente restano le infinite radici degli alberi, altre grosse, robuste e verticali, altre non men forti, tortuose e traversanti, altre minori e suddivise in infinite barbe e capellamenti, ma che atteso l'immenso lor numero

sono, al par di quelle, valide, tenaci e stringenti. Or tutte queste radici parte trapassano ed inchiovano, dirò così, gli strati del ripido terreno, parte lo cingono ed abbracciano, parte lo tessono, lo costipano e lo rassodano, in modo che le acque non possano solcarlo e diromperlo, e le ghiaje trattenute e legate non cadano ad ammassarsi nelle valli e nei letti de' torrenti e dei fiumi, il che è della più grande importanza, come si è mostrato altrove.

In secondo luogo i ceppi delle piante, i cespugli, i dumi e gl' innumerevoli loro rampolli e virgulti oppongono ad ogni passo, come fu pur detto in addietro, alle acque correnti e siepi, e rastelli, e steccati, e barriere ed ogni genere d' inciampi e di freni, vietando loro di precipitare repentinamente dalle montagne, e di unirsi in masse strabocchevoli e disorbitanti. Si è già veduto che questi appunto sono i mezzi, con cui la natura sa, ne' rovesci delle piogge, guadagnar tempo; e il guadagnar tempo è tutto nelle piene, come lo è pure nelle violenti malattie, nelle furie dell' ira, e in tante altre cose umane.

Si aggiunga a ciò che le foglie stesse di quegli alberi che se ne spogliano, cadute nel bosco, e distese sul suolo, contribuiscono in più modi al medesimo fine, di cui si parla. Perciocchè primieramente bevono e ritengono per più giorni una buona copia d'acqua, la quale giunge a sette, ad otto e perfino a dieci volte il loro peso, come ho io sperimentato con varie sorta di frondi appassite e vizze di quercia, di castagno, di cerro, di faggio ed altre, fatte raccorre nel bosco e pesate prima e dopo la pioggia. Oltre ciò, formano in sul suolo uno strato che come fosse una coltre o un panno, difende molto bene il terreno che vi è sotto, dall'essere intaccato e rosicchiato dalle dirotte piogge, e massime quando sono le frondi tramescolate ai vepri, ed assiepate dai cespugli e dalle macchie. Finalmente risolvendosi esse col tempo in ottimo concime, porgono nutrimento ai germi ed alle piante tenerelle, come pure agli alberi maggiori, e giovano a rendere sempre più popolata e più ricca la foresta.

Ma due altri sommi vantaggi recano le selve

nell'inverno e nella primavera che ben meritano di essere indicati. Il primo è di riparare i paesi montani da quella spaventevole calamità, che appellasi la *Valanga*; il secondo è d'impedire l'improvviso struggimento delle nevi, onde nascono le intempestive e smoderate fiumane.

Si sa che la *Valanga* non è che una caduta e dirupamento di neve, la quale picciolissima in sul principio, si spicca dall'alta cima della montagna, e comincia a discendere rotolando, e sempre crescendo coll'aggiunta di nuove falde di neve aggomitolate e travolte, poi divenuta terribile per l'impeto e per la massa, non conosce più ostacoli, schianta case, capanne, gregge, pastori, terre, sassi, tutto involge nella stessa ruina e nella stessa tomba, e finisce col lasciar nel monte profondi squarciamenti e precipizj, e col portar nel fondo della valle una mostruosa quantità di pietre, di ghiaje e d'altre materie che passano poscia nei letti de' torrenti e de' fiumi.

Questo disastro, ch'era poco conosciuto dai nostri avi, si fece oggimai quasi famigliare e

si va sempre più rendendo frequente e funesto. Ciò nasce, come ognuno confessa, e il volgo stesso conosce, dall'aver distrutte e sterpate le selve, i cespugli e le macchie, che ponevano un freno a quegli orribili scoscendimenti.

L'altro insigne vantaggio delle selve è quello, come ho detto, di render più tardo e più lento lo scioglimento delle nevi.

Perciocchè quando il sole comincia a far sentire ai piani, alle costiere ed ai monti ancora, il suo vivifico calore, e già la dolcezza dell'aere dispone le nevi ad ammollirsi e liquefarsi, allora pur entrano in succhio, e metton frondi le piante, prima le giovani (chè l'età fresca è sempre la più succosa e sensitiva), poi via via le mature e le antiche, di modo che le ombre loro a mano a mano crescendo, e facendosi più dense, porgono un riparo contro i raggi del sole alle nevi, le quali dal canto proprio, remunerando le piante della lor protezione e difesa, par che non si arrestino per più lungo tempo nel bosco e non si stemprino più lentamente, se non per

somministrare in tal guisa agli alberi, agli arbusti, ed all'erbe che germogliano sotto di esse, più largo umore e più durevole alimento.

Non è, non è certamente senza provvido consiglio, che fu dalla natura stabilito cotesto perfetto e mirabile accordo fra lo struggersi delle nevi e il germinar delle piante, sì che quello proceda sempre armonicamente con questo. Perciò sulle pendici de' monti, dove più presto sciogliesi la neve ammollita dai tepidi venti di primavera, si spiegano eziandio più pronte e precoci le frondi delle piante; a mezzo il monte, dove più tarda è la fusion delle prime, più tardo è ancora lo sviluppo delle seconde; e sull'alpine vette, dove legata è la neve da più duro e tenace gelo, anche le piante rimangono più lungamente inerti, pria di riprendere il lor verde ornamento, e di gettare d'intorno a sè l'ombre consuete.

Da ciò ne segue che sui monti guerniti di selve non possano mai squagliarsi le nevi troppo rapidamente, ma una buona porzione di esse si sperda e si consumi senza giungere al fiume. Perciocchè una parte si solleva a

poco a poco in vapori, una parte è rapita, come si è veduto, dai venti, una ne assorbono le piante, una ne beve la terra, una si smarrisce per gl'infiniti sminuzzamenti ed errori de' rigagnoli giù per le boscherecce valli, o per la cespugliosa e vasta piaggia del monte. Quell'altra parte poi delle nevi che all'appressarsi de' lunghi giorni estivi è penetrata e compresa dal forte calor che riscalda tutta l'atmosfera, viene bensì a ridursi nel fiume e ad accrescere la copia delle sue acque; ma ciò succede assai più tardi, e molto più lentamente e gradatamente che non sarebbe avvenuto, se le nevi non fossero state così a lungo protette contro i raggi del sole dalle ombre delle piante, e direi quasi dai padiglioni delle selve.

Egli è appunto per questa ragione che i nostri fiumi, allorchè le Alpi e gli Appennini erano coperti di boschi, non andavano mai soggetti a piene in primavera, nè le fiumane si vedevano se non al principio della state. Ma che dico fiumane? Una sola per l'ordinario, qualora non accadevano circostanze

strane e ben rade, una sola era la piena dei fiumi maggiori, la quale sapevasi a un dipresso quando dovea cominciare, quando giungere al colmo, e quando ritornare indietro. Ho detto de' fiumi maggiori, poichè l'accidental escrescenza di un influente prodotta da qualche nembo che siasi scaricato sopra un dato monte, o in una sola valle, non può alterar il corso de' fiumi primarj.

Il Po non era solito di gonfiarsi considerabilmente se non che ne' giorni canicolari, ed anche allora la piena, come ho accennato altrove, procedeva con passo così misurato che quel gran fiume, tuttochè veloce e possente, non faceva punto tremare, come fa ora, gli abitatori delle aggiacenti contrade (1). E tanto erano straordinarie e quasi sconosciute le allagazioni Padane a' tempi della romana re-

---

(1) *Padus . . . . augetur ad canis ortus) liquatis nivibus, etc.*

Plin., *Hist. Nat. lib. III, cap.* 20. V. sopra, cap. V, in fine.

V. Tit. Liv., *Hist. Mem. Jul. Obseq. de prodig.* Co. Filiasi, *Mem. Stor., lib.* I e II.

pubblica, che se taluna per avventura ne accadeva, era tosto comunicata al collegio degli Auguri, perchè risguardavasi come un portento.

Ma le montagne che porgevano le acque al Po si trovavano allora così coronate e vestite d'ogni sorta di piante, e particolarmente di pini, i quali nella gallica favella si chiamavano *Padi*, che gli antichi sostennero essergli appunto da ciò derivato un tal nome (1).

Anche il Danubio, come ci riferisce Erodoto, manteneva a un dipresso la medesima copia d'acque in tutte le stagioni (2).

E Strabone, quel geografo così sensato e giudizioso, ce ne porge la vera ragione, la qual è, che le vallate donde quel primo fiume dell'Europa traeva l'origine, si trovavano co-

---

(1) *Metrodorus Sceptius dicit, Padum, quoniam circa fontem arbor multa sit picea, quales gallice vocantur Padi, hoc nomen accepisse.*

Id. Ib. n. eodem.

(2) *Ister sibi semper par fluit tam aestate quam hyeme, etc.*

Herod., *Melpom., sive lib. IV, n. 50.*

perte d'immense foreste. Si sa che la famosa selva Ercinia non occupava soltanto le montagne della Brisgovia e della Svevia, ma estendevasi altresì per gran parte della Germania (1). Le quercie verso la plaga boreale di quella selva immensa erano così vaste ed antique che si credevano coeve della terra (2). Ciò portava l'effetto, che le nevi, essendo difese da foreste impenetrabili ai raggi del sole, non potessero fondersi che a grado a grado, e senza portare al fiume una grande alterazione.

Nulla dirò del Nilo che per la stessa cagione non cresceva mai prima del solstizio di estate. Ne ho già parlato a suo luogo abbastanza. Nulla dirò del Gange, nulla dell'Indo, nulla del Negro, nulla di tanti altri fiumi che a' tempi antichi serbavano, ed anco ai nostri

---

(1) *Fontes Istri sunt prope Svevos et Hercyniam sylvam, etc.*

Strab., Geogr., lib. IV, n. 28.

(2) *In eadem septentrionali plaga Herciniae sylvae, roborum vastitas intacta aevis, et congenita mundo prope immortali sorte miracula excedit.*

Plin., *Hist. Nat.*, *lib.* 16, 2.

giorni conservano l'invariabil costume e tenore di crescere soltanto nella stagion estiva e gradatamente, non per altro motivo che per la tarda liquefazione delle nevi lungamente sottratte all'azione de' caldi venti e del sole, dalle antichissime selve di quelle vaste giogaje di montagne (1).

Egli è dunque indubitato che le foreste contribuiscono in molti modi, anche nel verno, a frenar la violenza ed intemperanza dell'acque; e perchè ne' boschi allignano liete e prosperose, anco fra le nevi ed i geli, un gran numero di piante sempre verdeggianti; e perchè non sono le sole frondi quelle che arrestano le acque cadenti dal cielo, ma i rami ancora, i ceppi, le rugose scorze, le radici, le folte macchie ed i numerosi virgulti che ne rampollano, e come diritte lance oppongono, per così dire, vive palizzate e trincee contro il corso dell'acque; e perchè le foglie

---

(1) *Sed praeter Nilum, stato anni tempore exundant alii quoque fluvii, Niger Africae, Zairus Congi Argenteus Brasiliae, Ganges, Indus, etc.*
Cluv., Introd. Geogr., lib. VI, cap. 3.

stesse che cadono al pedale degli alberi e fra i cespugli, servono in certo modo di spugne bibaci per ritener le piogge, e di riparo al terreno per salvarlo dalle corrosioni e dalle frane, oltre l'eccitar la vegetazione e il rigoglio della crescente selva, e perchè quando al ritorno della calda stagione le nevi saettate dai raggi del sole si struggerebbero rapidamente, e porterebbero in un istante negli alvei de' fiumi vaste e spaventose masse d'acqua, le piante per provvido consiglio della natura coprendole e difendendole con le lor frondi e con le lor ombre, fanno sì che lascino i montani e selvosi alberghi più tardi, stentatamente, e quasi loro malgrado, e vengano bensì ad apportare ai fiumi ricchezza d'acque abbondanti, ma non mai piene funeste e desolatrici.

Ma se anche tal fosse, come si predica, in tutte le stagioni la efficacia e la virtù delle piante, come sarebbe possibile, nello stato attuale di ruina e diroccamento delle nostre montagne, di apprestar loro un valido rimedio? Come si faranno risorgere le selve sbar-

bicate e distrutte? Chi vorrà porsi a questa gravissima impresa, e a tanto dispendio, che, quand'anco potesse aver effetto, non gioverebbe che alle future generazioni?

CAPO XVII.

Del modo, col quale, imitando la natura, si possono ristabilire le selve sulle ignude e ripide coste delle montagne.

Molte sono le industrie e le cure materne usate dalla natura per vestire i monti, e popolarli di piante.

Ha ella infuso a tal oggetto in un gran numero d'alberi, d'arbusti e d'erbe, un forte genio ed affetto di abitar esclusivamente su le montagne, e di vivere in luoghi aspri e selvaggi, dove allignano e crescono felicemente, mentre quelle medesime piante trasportate al piano, e nei nostri stessi giardini, periscono a poco a poco intristite, come que' Lapponj, che tratti fuori delle orride loro ghiacciaje e

condotti nei nostri climi più temperati e più dolci, si muojono di dolore e di dispetto.

Oltre ciò, quella provvida madre ha munito le loro sementi o d'ispide scorze, o di duri smalti e noccioli pietrosi, per difenderle e preservarle dalle lunghe brume e dai geli, ovvero le ha fornite d'ali e di piume, onde possano alzarsi a volo nell'aria, ed andare a trovarsi una patria gradita ne' luoghi anche più alpestri e romiti. I portatori e seminatori di questi alati germi sono i venti, i quali già, com'è noto, son quelli che mantengono le amorose corrispondenze fra le piante anco lontane; essi gli spargono per tutte le cime, per tutte le falde delle montagne, e li cacciano perfino nelle fessure delle pietre e delle rupi, sicchè con maraviglia si veggono spesso uscire piante ramorute e ben chiomate da luoghi diserti e scoscesi, dove non hanno accesso che le aquile e gli avoltoi.

Ma ciò ch'è più sorprendente, egli è che la natura, per allevare gli alberi più vigorosi e superbi che compongono le grandi foreste, si serve di un mezzo così facile, e dell'uffi-

zio di piante così comuni e plebee, che non potremmo crederlo se l'esperienza non ce lo dimostrasse.

Prendiamo un pezzo di terreno sulla ripida costa di un monte, com'è per esempio, una fratta o un divelto che l'ingordo e improvvido villano abbia dissodato e seminato a grano, e poscia dopo alcun tempo, quando la terra è già smunta e spremuta, lasciato, come far suole, in abbandono. Avviciniamoci ad esso, ed esaminiamo attentamente cosa fa la natura.

Cominciano tosto a farvisi vedere su tutta la superficie i rovi, le fragarie e l'altre piante striscianti e sermentose che camminano carpone sopra il suolo, e vi si appiccano ad ogni passo con le loro minute radici fatte a guisa di uncini, ch'escono da cadauno dei frequenti lor nodi.

E siccome cotali piante cacciano per ogni verso moltissimi tralci, o braccia, così parte di queste si distendono per lo lungo rapidamente, appigliandosi di tratto in tratto, come ho detto, con le loro adunche barbicelle, e parte si muovono per traverso e vengono a legarsi e ad intrecciarsi con le prime.

Questo è il primo lavoro della natura; esso è una specie di graticcio, o di reticolato che ella vi fa, e che attacca ben bene in sulla superficie del terreno.

Nei vani ed interstizi di cotesto reticolato o graticcio vegetante, sorgono poco dopo i dumi, gli spinai, le felci, le lappole, i triboli, i cardi pungenti, e nel mezzo di questa fiera ed agreste famiglia si veggono spuntare qua e là i faggi, e più spesso i piccioli pini d'un verde bellissimo che gli fa tosto distinguere, mostrando sin dall' infanzia ch'essi saranno un giorno i primati della foresta.

Tutte le dette piante spinose e silvestri, armate d'aste e di frecce, circondano le cune de' teneri pini, e sono appunto le guardie, feroci e fide che la natura ha loro posto d'intorno per custodia e difesa. Esse con le lor armi, e coi loro scudi, li proteggono dal petulante morso delle bestie, dalla ronca spietata, dagli ardori troppo cocenti del sole, e dalla furia de' venti aquilonari; esse col denso intrecciamento de' loro rami e delle loro foglie, vi trattengono le piogge, le ombre ed il fresco.

Ma quando i pini entrano nella gioventù cominciano a grandeggiare, allora i rovi, le felci, i prunai, si ritirano indietro a poco a poco, e gli lasciano esposti alle fredde notti, alle brine ed ai geli, onde si avvezzino di buon'ora a combattere co' turbini e con le tempeste, chiaro indizio del modo con cui debbon essere allevati quelli che nascono per comandare.

Finalmente allorchè hanno i pini ben profondate e stese le radici nel suolo, allorchè già innalzano verso le nubi il lor conifero capo, e omai gettano lunga ombra nel bosco, quelle piante irte e selvagge, di cui ho parlato, si ritirano ancora più lungi, e verso gli orli estremi della selva, lasciando loro libera la sede e la signoria.

Dunque la prima vista della natura sempre accorta e giudiziosa, è quella di arrestare il terreno ripido e fuggente, sicchè non sia dalle piogge e dalle nevi corroso e travolto nel fondo della valle.

E per ottener questo effetto non si serve ella già di una gran forza unita in un luogo

solo, o schierata sopra una sola linea, ma bensì fa uso di piccioli ritegni moltiplicati e diffusi sopra tutta la superficie dell' ignudo suolo. Perciò appunto v' impiega le piante che vanno rependo e strisciando in sul terreno, perchè, rimettendo elleno ad ogni tratto le radici, ripigliano forza e desiderio di andar sempre più innanzi, e di abbracciare un nuovo spazio; ed attaccandovisi co' loro uncini frequenti e numerosi, aggavignano, stringono e fermano la pendente e sdrucciolevol terra. Io direi, se mi fosse concesso, che la natura comincia col trapuntare il suolo.

La seconda vista, non men provvida, della natura è quella di custodire e proteggere i teneri arboscelli che sono destinati a ripopolare le selve. Or le piante pungenti e selvagge che ho indicate, oltrechè contribuiscono anche esse con le loro radici a rafforzare maggiormente il suolo, sono mirabilmente adattate a siffatto ufficio.

Crescon esse da sè medesime, senza coltura, senz'attenzione veruna, sulle più dure glebe, nel terreno il più spolpato e sfinito, si

contentano di scarso alimento, sanno vivere d'atmosfera, ridonano alla terra con le loro spoglie più che da essa non ricevono, e ciò che più ancora ne accresce il merito, si è, che non portano già esse invidia alle piante tenerelle e più nobili che debbono innalzarsi e primeggiare, ma cedono anzi loro il nutrimento ed il luogo, e par che si compiacciano di averle allevate, come la vecchia balia si allegra in disparte nel mirar la donzella, già matura ed avvenente ch'ella ha nutrito. E parlando singolarmente degli arbusti spinosi, vivono anch'essi con poco, resistono fortemente non meno ai crudi geli di borea che ai vivi ardori della canicola, allontanano con le acute lor punte le ingiurie di chi ardito si appressa, fan presto macchia ed ombra, non cedono al flagellar de' venti, nè si lascian opprimere dalle nevi, ma coi folti ed intrecciati lor rami formano una specie di trabacche e di tende, sotto le quali si riposano, e crescono sicure le giovani piante ch'essi difendono e proteggono.

Egli è appunto in questa guisa che la na-

tura propaga sulle ripide coste e sui dorsi delle montagne le boscaglie e le selve. Basta che non v' intervenga la mano devastatrice dell'uomo, basta ch'ei tenga lontano il ferro ed il fuoco, di cui egli si serve per distruggere, nonchè le selve, sè stesso, basta lasciar la natura in balìa di sè medesima, e nella piena libertà di spiegar la sua forza, perchè sorgano col processo del tempo i boschi.

Grande, immensa, prodigiosa è questa tendenza della natura per imboschir tutti i luoghi della terra.

Non è per altro motivo che le nevose montagne del Nord dell' Europa e i vasti paesi di que' rigidi climi sono coperti di sterminate foreste. Non è per altro che nell'America settentrionale i Francesi, gl' Inglesi e le altre nazioni che vi si stabilirono, ebbero più a combattere con le selve, di quello che sia coi selvaggi. Non è per altro che in tutte le spiagge, in tutte le isole, a cui approdarono i nostri audaci navigatori, trovarono la terra vestita di piante di qualche specie.

Le stesse opere superbe, di cui noi an-

diamo, e con ragione, in paragon de' bruti, alteri e fastosi, i palagi, le torri, gli archi di trionfo, i portici, i mausolei, se restino abbandonati, si coprono d'erba, di spini, di cespugli, dove pasce l'armento, e dove fan nido gli uccelli. Le magnifiche ruine di Persepoli e di Palmira sono sepolte fra le ortiche, i triboli e i roghi. Anche in mezzo ai colossi e agli obelischi rovesciati, la natura mostra il suo genio d' inselvar tutto.

E che altro è alla fine la nostra agricoltura se non se una continua guerra che noi facciamo agli sterpi, ai vepri, ai logli, alle malnate gramigne, e a tante altre piante ribelli e contumaci che non si lasciano mai vincere appieno, e che ritentano sempre di occupare il luogo di quelle poche da noi protette, che ci nutrono e ci vestono? Non v'è podere, non vigneto, non giardino che, lasciato a sè stesso, non divenga ben presto una macchia, od un prunajo.

Se dunque il solo abbandono, se la nostra sola obblivione, se il solo astenersi dai danni basterebbe infallibilmente a far ripullulare

col tempo le selve anche ne'luoghi ripidi dei monti, come non potremo ristabilirle più presto coll'ajutar la natura e coll'unire anco la nostra industria alla sua possente cooperazione? E tanto più noi dobbiamo esser sicuri del buon successo di questa, nonchè utile, necessaria impresa, quanto che abbiamo veduto, che i modi, dalla natura medesima praticati, sono semplici e in nostra mano. Ecco dunque quali avvertenze, e quali pratiche sieno da seguirsi per ottenere con la di lei scorta un oggetto di sì grande interesse.

Gli scoscendimenti e frane che succedono sulle ripide coste de' monti, prendono quasi sempre la forma di un orrido e precipitoso vallone.

Volendosi dunque arrestare il corso terribile di una frana, egli dovea parer naturale che il mezzo più sicuro fosse quello di attraversare la valle con un grosso e forte muraglione, sicchè l'acqua discendente con impeto giù per lo chino venisse debellata o rintuzzata da quell'ostacolo potente, e le ghiaje ammucchiate al di dietro facessero spalla alle

sopravvegnenti, e le costringessero ad arrestarsi anch'esse a mano a mano su per la pendente e scoscesa valle.

Cotesti muraglioni si chiamarono serre o chiuse, perchè sono appunto destinati a barricare e chiudere le dirupate valli.

Il primo a suggerirli fu, per quanto io credo, il celebre Viviani, dal quale nel suo Discorso sull'Arno ce ne vien data la descrizione.

Vuol egli che le serre sieno costrutte di largo muro ben collegato con calce, sopra solida base, con grande scarpa al di fuori e fortemente incassato ne' fianchi della valle, con l'avvertenza di tenerlo basso in sul principio, affinchè non sia rovesciato, per alzarlo poi sempre a grado a grado secondo che gli si ammonticchia a tergo la ghiaja.

Cominciando al piede del monte e andando su per l'erta, debbono esser piantate le serre di distanza in distanza conveniente, secondando la figura del vallone, sicchè il convesso del muro guardi l'interno e il concavo l'esterno, e praticando nel muro stesso parecchi

fori o feritoie, quali si veggono appunto nelle vecchie torri e rocche, onde per quelle aperture l'acqua uscir possa scevra di materie grosse e ghiajose. Per ultimo di qua e di là delle serre si debbono piantare quegli alberi che sieno i più adattati a crescere rapidamente e a far boscaglia (1).

Ma qualora tal fosse lo sfasciamento e ruina del vallone che non vi potessero costruire le serre nel modo indicato, allora il Viviani consiglia di scegliere a piè della frana uno spazio di terreno, e di ben munirlo con un argine o recinto, dove sieno deposte e confinate le ghiaje (2).

---

(1) Nelle valli dirupate e sciolte che avessero bisogno di essere sostenute, si andranno dal piè de' loro fondi su su verso i loro principj disponendo e fabbricando in aggiustate distanze fra loro più *serre* o *chiuse*, di buon muro a calcina, traforate da spesse feritoje, su larga pianta stabilmente fermate e con grandissima scarpa al di fuori, con loro banchine, o platee, o batoli a piedi, e con più riseghe, ecc.

Viv., *Disc. sull'Arno.*

(2) Propongo di eleggere già nel basso un com-

Avvegnachè però io abbia una specie di venerazione per un sì grand'uomo, e sebbene il di lui suggerimento abbia finora servito di norma in queste idrauliche operazioni, o piuttosto fortificazioni, pur convien confessare ch'esso è soggetto a molte e gravissime difficoltà ed eccezioni.

In primo luogo la spesa di cotesti muraglioni è rilevantissima, come può ben ognuno dedurre dalla breve descrizione che se n'è fatta, quand'anche non si trattasse che di poche valli. Qualora poi estender si volesse un tal piano a tutta una provincia montana, o a tutto uno stato, il dispendio diverrebbe sì strabocchevole ed enorme, che non vi sarebbe nè popolazione, nè principe, massime nell'attual dirupamento delle nostre Alpi e degli Appennini, che potesse sopportarlo.

---

petente spazio piano della peggior qualità che vi sia da pagarsi il giusto prezzo, e da tenersi sempre arginato all'intorno, acciò serva di scaricatojo entro al quale esse materie possano comodamente deporsi, ecc.

Id. Ibid.

In secondo luogo non è possibile che per qualche difetto di costruzione o per qualche disastro o di valanghe o di massi che si spiccano dal monte, e piombano sulla chiusa, o per una immensa e subitanea piena, non crolli o l'una o l'altra delle serre. Or se questa è una delle superiori, rovesciandosi con la sua massa, e con tutte l'ingorgate materie su quella che vien dopo, convien che la schianti e la porti seco a demolir anche quelle che succedono. E se quella che cede alla forza prevalente è una delle inferiori, sprofondandosi con la sua caduta la valle, e mancando il piede o il sostegno alle superiori, è forza che precipitino tutte ruinosamente nell'abisso.

In terzo luogo, quand'anche le serre potessero resister tutte, si dovrebber continuamente rialzare, come ha preveduto lo stesso Viviani, a misura che si riempie il vano di dietro, e ciò tanto più spesso, quanto è maggior l'afflusso delle materie; altrimenti, tostochè l'acqua ha ristabilito con le deposizioni delle dette materie il primiero declivio, il che fa sempre e presto, le ghiaje ripigliano il loro

corso sopra la cresta della chiusa, come se non vi fosse. E se si va rialzando il muraglione, com'è pur forza di fare, l'acqua, precipitando dall'alto ciglio della serra, poichè le feritoje restano in breve ostrutte dalle ghiaje, scava il fondo della valle, e mina il piede del muro che cade nel gorgo.

In quarto luogo la serra, ch'è posta al basso del gran catino del vallone, non può arrestar mai le frane e le ruine superiori, il che, siccome importantissimo, giova di conoscere chiaramente.

Si sa che un vallone ha due gran coste, o lati che convergono verso il fondo, e si spalancano verso le cime. Cotesti lati sono spesso molto spaziosi ed alti, e l'apertura o bocca del vallone, dalla sommità di un labbro all'altro, spaventosa.

Ora la pioggia cadendo a rivi sui vasti fianchi del vallone, e trovandovi il terreno ignudo, sgretolato e movevole, vi scava de' solchi, i quali sempre più dilatandosi divengono vallicelle, e queste si fanno poscia valli, e le valli si solcano esse pure, e vi si formano anche

in quelle nuovi righi e vallette, e così via via tutto si squarcia, si dirompe e si strugge.

Egli non è possibile, quando cogli occhi proprj non si abbia veduto, l'immaginarsi lo stato lacero, ruinoso, miserando, in cui si trovano le coste straziate di una frana dopo un gran rovescio di pioggia o di gragnuola. Tutto è distruzione ed orrore. Falde di terreno dirupate con la messe già matura e non raccolta; sassi enormi, parte già voltolati al basso, e parte scoperti e quasi pendenti in aria; acque che sgorgano qua e là dagli scoscesi fianchi, come sangue da recise arterie; grossi e frondosi noci che si alzavano intorno alle capanne de' pastori, trabalzati con le chiome in giù a mezzo la frana; in alto sopra un ciglion del monte il misero villano che, appoggiato alle spalle della consorte, mira il perduto campo, e il tugurio già cadente nel precipizio e piange; mentre nel fondo del vallone, ove ogni cosa alfin giunge, il torrente torbido e spumoso tutto ingoja e travolve, e col fragor terribile e luttuoso eccita lo spavento insieme e la tristezza; questa è una debole immagine della frana.

Certo ai tempi del Viviani non erano ancora piagate, e così profondamente lacerate le montagne come lo divennero nel corso di più di cent'anni che sono già scorsi dopo il di lui suggerimento. Forse allora le serre, quando il male trovavasi ne' suoi principj, e quando non erano ancor molte le valli rovinose, potevano essere non inconvenienti; ma ora, in questo eccidio e sperperamento delle coste montane, in questa dissoluzione, dirò così, de' monti, da quel sommo uomo temuta e presagita, come mai una, o anche più serre piantate nel fondo di un altissimo e sterminato vallone, potranno arrestare lo sfrenato scorrimento di enormi masse di pietre e di ghiaje che precipitano dalle immense sue coste e falde scoscese?

Egli è perciò che i muraglioni, eretti dietro le norme indicate in parecchie valli delle nostre Alpi, o rimasero sepolti ed oppressi dalla sformata mole delle materie che loro piombarono addosso, o furono smantellati e distrutti.

Le tre famose serre fabbricate nel Milanese

dal riputato ingegnere Pessina per chiudere le valli di Tradate, del Bozzente e del Guardaluso, e chiamate perciò le Serre de' tre torrenti, non hanno potuto resistere nemmeno alle prime piene (1).

Le cinque altre, che vennero surrogate a quelle, benchè non siasi risparmiata nella loro costruzione nè diligenza, nè spesa, non ebbero un effetto migliore.

Io ne ho altrove veduto alcune, o piuttosto ho veduto i luoghi dov'erano, perchè o le ruine le avevano coperte quasi tutte sotto una congerie di venti a trenta piedi di altezza, o il torrente le avea demolite e cancellate in guisa che non ne rimaneva vestigio. Le pochissime allor sussistenti, ora forse sono abbattute o seppellite come l'altre, giacchè ben mi ricorda che, ad onta della serra, le falde superiori del monte continuavano a sfasciarsi orribilmente.

Non sembra dunque che i muraglioni o serre, possano convenire per alcun riflesso alle

---

(1) Lecchi, Stor. de' tre torrenti, ecc.

nostre attuali circostanze, e perchè nell'estremo dirupamento de' nostri monti la spesa della costruzione sarebbe immensa e superiore non solo alla forza delle province, ma a quella eziandio del più ricco erario regio, e perchè difficilmente le serre potrebber ora resistere agli assalti delle frane, divenute così vaste e terribili, e perchè, quand'anche resistessero, non varrebbero ad arrestare omai gli scoscendimenti e le ruine che cadono da tanti luoghi e da tanta altezza.

Parlando poi de' recinti per confinarvi ed imprigionarvi le ghiaje, pare che questo ripiego non sia neppur esso presentemente praticabile, nè opportuno.

La maggior parte delle frane e de' valloni ch'esse formano, sboccano immediatamente nei torrenti e ne' fiumi, senza che vi sia spazio alcuno da circonvallare e convertire in uno scaricatojo. Molte altre frane vengono a cadere sopra vigneti, uliveti, ed altri luoghi ben coltivati, ed anco sparsi di raunate di case o di qualche villaggio. Ora il sacrificare cotesti preziosi luoghi alla ingorda frana sarebbe far

come quegli antichi, ch'erano condannati ad offerire le loro più elette vergini al Minotauro o ad altri mostri, per placarne il furore. D'altronde quali argini, qual vallo, qual recinto potrebbero esser ora capaci di frenare o contenere l'immenso prorompimento ed invasione delle pietre, delle ghiaje e dell'altre materie che cadono dai monti? Finalmente se anco potessero i recinti confinare e capire que' mostruosi ammassi, non si porrebbe con ciò un rimedio alle ruine superiori delle coste montane, le quali proseguirebbero a distruggersi.

Nemmeno i recinti dunque potrebbero essere adottati per un regolamento generale, ma tanto essi, quanto i muraglioni, dovrebbero riservarsi a qualche caso singolare, nel quale circostanze particolari e locali potessero per avventura consigliarli.

In questo stato di cose cerchiamo di sostituire un altro piano, che richieda una spesa moderata, che sia di facile esecuzione, che convenga a tutt'i luoghi, che produca il contemplato effetto nel più breve tempo possibile, talchè sentir ne possa il benefizio anche la generazione vivente.

Si è veduto che la natura, per arrestare e rassodare le ghiajose e scorrenti terre delle ripide coste de' monti, non concentra ella già la resistenza in un solo punto, o sopra una sola linea, ma la divide accortamente quasi all'infinito, e la diffonde ed applica su tutti i punti della superficie, sicchè ogni particella di terreno abbia il suo sostegno, e sia, per dir così, confitta e ritenuta nella sua nicchia e nella sua sede. Noi la imitiamo in qualche modo nelle nostre antiche case che fanno pelo e minacciano di cader per ogni lato, sostenendole in piedi con un gran numero di puntelli qua e là distribuiti, ove più si teme la rovina. Ma i puntelli della natura son ben assai più ingegnosi e più efficaci.

Volendo dunque assodare un vallone franato, si piantino vari ordini di pali su per le acclivi e scoscese coste di esso, e in guisa che sieno a traverso e di contro a que' righi, solchi e vallicelle che le acque vi scavano nel discendere per la china.

Gli ordini delle palafitte saranno più frequenti, come ognuno ben vede, dove più ri-

pido è il pendìo, e potranno esser più radi, dove quello non sia precipitoso. La distanza vuol essere ora di quindici o venti, ora di trenta o quaranta piedi, ed ora non nuoce, se anche sia maggiore.

Benchè per l'uso de' pali siano eccellenti il castagno, il larice, la quercia, il gelso e simili alberi di soda fibra, pure prestano un buon servigio eziandio tutti gli altri, qualunque sieno, come gli ontani, i salci, i pioppi e più ancora se sieno piantoni atti a germogliare.

Nè v'è bisogno perciò di troncar alberi di alto fusto e distrugger selve. Le piante inferme, le poco tallite, le non vegnenti, i soli rami ancora servono a quest'uso, bastando che i pali possano conficcarsi nel terreno per tre a quattro piedi, e che ne avanzi al di fuori un piede o a un dipresso.

Dinanzi ad ogni palafitta si pianti una siepaglia di tutti quegli arbusti che fanno macchia e che allignano naturalmente nel vicinato. Coteste siepaglie trasversali, sostenute dalle loro palafitte, sembrano altrettanti gradini al

mirarli dal basso, e perciò appunto io le chiamo le *gradinate*.

Negl'intervalli fra una gradinata e l'altra si pongano alcune ceppaie di piante spinose e silvestri, di prunai, di marruca bianca o nera, di ginepro o simili, e nel frammezzo di queste si piantino pure qua e là, senza bisogno di simmetria, de' roghi, de' lamponi, delle fragarie ed altre piante che serpeggiano e strisciano, come si è detto, sul suolo, e lo adunghiano e stringono co' loro piccioli ed innumerabili graffj ed artigli. Gioverà pure lo spargervi per entro anche le sementi di quelle stesse piante che ho indicate.

In pochi mesi e con una prestezza che non si potrebbe mai attendere nè credere, vedransi le porche interposte alle gradinate vestirsi tutte, ed intessersi con quelle piante che serpono e si strascinano, come ho detto, carpone sul suolo, e che con le barbe, co' viticci, con le spine e cogli altri loro adunchi stromenti, aggrappano, ghermiscono, addentano, mordono il terreno, e s'incrociano ed allacciano fra esse loro, e s'avvolgono ed innanellano co' prunai,

mentre frattanto le gradinate germogliano esse pure, prendon piede e vigore, e si preparano a sostenere gli acquazzoni della state ed i nevazzi del verno.

Nell'anno seguente poi debbono in mezzo a cotesto tessuto piantarsi o seminarsi quegli alberi di più alta statura, e più nobili che regnano in quelle località, e che si destinassero a far bosco, o questi sieno faggi, o pini, o quercie, o aceri, o frassini, orni ed altri che più convenissero alla plaga ed al suolo.

Così l'ignudo terreno comincia col farsi macchia, poscia divien boscaglia e finisce coll'esser bosco. Il piano è semplice, la esecuzione facile, ed a portata di tutti; ogni villico sa tagliare un ramo o un pedale, sa farne un palo aguzzo dall'un de' capi, sa batterlo e conficcarlo nella terra, sa piantare una siepe, sa sterpare una ceppaja, e traslocarla, sa coglier more, e corne, e bacche, e coccole silvestri, e così pur ghiande, e pine, e noci, e semi di altre piante, sa spargerli sopra il terreno, e un po' smuoverlo perchè s'appiglino: non v'è bisogno di nuovi metodi, di nuovi stromenti;

que' pochi ed usati che ha il villano, gli bastano; la fatica non è straordinaria, nè più dura di quella degli altri travagli rurali; non v'è mestieri di andar in cerca di piante peregrine e particolari; le più triviali, le più neglette, anzi le più odiate, e da noi le più perseguitate o fuggite, sono le migliori: la spesa è assai moderata, ed il buon effetto sollecito e sicuro.

Dico sollecito e sicuro, perchè, oltre tutti i riflessi ed i motivi addotti, ed oltre quello sopra tutti gli altri valevolissimo che questo è il piano della natura, io ne ho fatta una esperienza in grande, notoria ed esposta agli occhi di tutti.

Una frana orribile, ne'miei monti nativi, già cominciata da circa cinquant'anni addietro per il mal consigliato dissodamento della costa montana, si andava sempre più dilatando, e non solo menava un gran guasto nei vigneti della pendice, ma ingombrata pur anco avea già di pietre e ghiaje una parte del piano. Il vallone indi formato era spaventoso. La bocca sotto il monte aveva un'ampiezza enorme,

ed i lati erano in quel sito così alti e scoscesi, che da un ciglio all'altro formavano un precipizio o un abisso di circa trecento piedi. La lunghezza poi del vallone, quasi affatto retto, era di poco meno di un miglio.

Ora l'operazione di arrestare la frana fu intrapresa al principio di marzo, e terminò verso la metà di maggio dell'anno 1801. Le palafitte, le gradinate vegetanti e le piantagioni su per le ripide coste del vallone, si eseguirono col metodo che ho indicato.

Sebbene in quell'anno la primavera sia stata molto asciutta, e l'opera fosse protratta troppo innanzi nella calda stagione, sicchè i roghi, le ceppaje di pruni e le sementi sparse non germogliarono che in parte, pure le piogge estive ed autunnali non ebbero più forza di smuovere nè terre, nè sassi, tanta fu l'efficacia delle gradinate, e di quelle piante spinose, sermentose ed uncinate che abbrancarono e ritennero il labile terreno.

Nell'anno seguente poi avendo di più buona ora fatte rimettere le piante che per le addotte circostanze non si erano appigliate, la macchia

divenne più densa, e successivamente si videro pur sorgere, e prender piede gli alberi di alto fusto, di cui erano state due volte per maggior cautela sparse le sementi.

Ne' primi anni si ravvisavano, stando al basso in sul piano, le gradinate farsi via via sempre più oscure, a misura che si addensavano le siepaglie, sicchè il vallone pareva in certo modo vergato e listato per traverso, ma dopo il sesto anno disparvero a poco a poco anche cotesti segni, ed ora non vi si scorge più che una boscaglia.

La spesa fu assai discreta, e se si volesse raffrontarla con quella che sarebbesi richiesta dalle serre, apparirebbe tenuissima. D'altronde i muraglioni sarebbero stati probabilmente da quella orrida frana o sepolti sotto le masse di ghiaje, o sradicati e travolti giù per il vallone precipitoso.

È dunque il piano delle gradinate molto più sicuro, perchè la resistenza, come ho detto, divisa e distribuita sopra innumerabili punti è più efficace di quella che attende l'urto concentrato in un punto solo; egli è più fa-

cile nell'esecuzione, perchè non esige nè ingegno, nè fatica, nè metodi straordinarj; egli è più sollecito nel produrre l'effetto, perchè chiama in soccorso la natura, e si serve delle avvertenze ed industrie ch'ella stessa c'insegna; egli è infinitamente più economico, perchè fa uso di semplici mezzi, e trae profitto da piante comuni, disprezzate e credute o inutili o dannose, e perchè coteste fortificazioni vegetanti, in luogo d'indebolirsi col tempo, come fanno i muraglioni, si restaurano da sè stesse, si rafforzano sempre più, e si rendono in certo modo immortali. Sebben la somma semplicità di questo piano non lo raccomandi agli occhi del volgo, come fanno i sistemi grandiosi, gli uomini sensati non lo priveranno forse del loro suffragio.

Ma che? Si renderà dunque tutta la catena delle Alpi, e quella degli Appennini una foresta? Vorremo noi disertare l'Italia e trasformarla in quello stato in cui si trovano i paesi settentrionali d'Europa? I popoli montaneschi, ed i valligiani che formano tanta parte della nostra popolazione, non sarebbero forse costretti ad emigrare o a perire?

CAPO XVIII.

Se il rimettere le selve sulle ripide coste dei monti possa diminuire la popolazione.

Ben sarebbe senza senno e senza sentimento colui, che non favorisse e non tenesse in pregio la popolazione montana, la quale dalla sterilità del suolo è costretta a comperar coi sudori una stentata sussistenza, la quale però quanto è povera, tanto è solerte ed ingegnosa; la quale, più lontana dalla mollezza e dalla corruzione del lusso, mantien più a lungo la semplicità dei costumi, la probità, la fede; la quale mira i puri talami e le sue parche mense coronate di figli lieti e numerosi, e rifornisce ogn'anno di gente sana e robusta le nostre città voluttuose e libertine, dove, senza queste utili colonie, l'umana stirpe diverrebbe sempre più scarsa, degradata ed inferma.

Cotesta popolazione, per ogni riflesso rispettabile, merita senza dubbio di essere in particolar modo tutelata e protetta; ed egli è

appunto a questo fine eziandio che mira il piano da me proposto, come quello che non tende soltanto a preservare dai fatali allagamenti e guasti dei fiumi le province del piano, ma nello stesso tempo a difendere gli abitatori de' monti dall'eccidio delle frane e dal furor de' torrenti.

Ora convien chiudere gli occhi a ciò che v'è di più manifesto per non ravvisare che lo sfrenato abuso e funesto disordine di sterpare le selve e dirompere le ripide coste dei monti, deve produrre la spopolazione de' paesi, trista ed inseparabile compagna dei disastri e delle ruine.

Se io potessi prender per mano alcuno di coloro che ne dubitano, e condurlo a percorrere, e fargli osservare la nostra superiore Italia, di monte in monte e di valle in valle, dalle Alpi Cozie insino alle Giulie, e poscia rivolgendomi indietro, e ritornando per l'Appennino sino a che si congiunge con l'Alpi Marittime, io potessi mostrargli passo passo, e ad una ad una, le coste delle montagne rovinose, e le valli scoscese, e i vasti spazi disertati dai torrenti, io gli direi:

“ Osserva quella lunga ed estesa costiera,
“ che ora è una desolazione e un orrore; essa
“ trovavasi, vent'anni fa, vestita di piante,
“ adorna di belle praterie e coperta di ar-
“ menti. „

“ Questa valle, ora sì squallida e muta,
“ era seminata di case villerecce e pastorali,
“ ma furono tutte schiacciate in un istante
“ e sepolte da una valanga; le ossa di più
“ centinaja di abitanti, giovani, vecchi, fan-
“ ciulli stretti dalle madri, giacciono sotto
“ quelle ruine. „

“ Là, dove miri atterrito quell'informe
“ ammasso di pietre e quel lungo lago, eravi
“ un villaggio industrioso con molte officine,
“ ma un pezzo di monte, tolto il sostegno di
“ una selva che lo teneva fermo, cadde, ar-
“ restò il torrente, ingojò tutto; l'orrido si-
“ lenzio non è più interrotto che dal mor-
“ morio del vento e dell'acqua che si spezza
“ fra i sassi. „

“ Questo immenso e deserto greto, che si
“ dilata per molte miglia, e di cui non giungi
“ coll'occhio a veder i confini, era una vasta

" e feconda campagna che fu distrutta, non
" è guari, dai furiosi torrenti e dalle ster-
" minate piene; que' grandi e radi alberi che
" rimangono isolati, e ancor in piedi, atte-
" stano il sito dov'erano le case de' miseri
" abitatori che vi perirono o fuggirono al-
" trove. ,, E s'io proseguir volessi, Non più non più, esclamerebbe certamente il buon viatore tutto commosso: chi può non persuadersi a questo doloroso spettacolo? Chi non sente la necessità di una pronta ed efficace provvidenza?

Di fatto se una esatta descrizione ed una carta topografica fatta fosse di tutte le coste montane, delle valli, delle pendici e de' paesi devastati dalle frane e dai torrenti che vi sono nella sola Italia superiore, la quale ha una superficie di circa quarantamila miglia quadrate, si troverebbe che una terza parte della medesima è già ruinata, sterilita e deserta.

Or se questa vasta estensione di paesi perduti, se queste cadenti e precipitose costiere dei monti, se questi greti immensi coperti di nudi sassi e di sabbie, dove non regna che la

solitudine e la tristezza, fossero restituiti a quella coltura che più conviene alla loro indole e situazione, e se per conseguenza ritornassero a sorgere in que' luoghi disabitati le case, le ville, le officine, e si vedessero di nuovo pascere qua le lanute greggi, e là le pingui giovenche, e di nuovo si sentisse in alto il canto de' pastori, e al basso quello dei vignajuoli, e un po' più lungi il suono delle incudini, e il battere de' telai, non si aumenterebbe forse in tal guisa la popolazione? Non sarebbe questo un acquistare, o piuttosto, ciò ch'è ancora più dolce, un creare nuovi paesi e nuovo stato?

Ma cresce ancora molto di più la forza di queste riflessioui, qualora passar si voglia dalle montagne a contemplar le province del piano, le quali sono pur troppo sottoposte, come ognuno di noi cogli occhi propri ben vede, a desolatorie e fatali allagazioni che le vanno trasformando di giorno in giorno in lame e paludi.

La condizion de' monti è legata a quella dei piani con eterni ed inalterabili rapporti

stabiliti dalla natura. La rovina de' primi porta sempre seco inevitabilmente la ruina de' secondi, poichè le acque strabocchevoli, che si scatenano e piombano in massa dai monti scoscesi, e le immense irruzioni delle materie che rendono ancora più micidiali e terribili le piene, opprimono, sommergono, distruggono le città, i borghi e le campagne delle pianure.

Quindi la popolazione urbana e campestre delle nostre province che si trovano presso le foci, e gl' inferiori tronchi de' fiumi, dee necessariamente diminuirsi a grado a grado; e perchè le inondazioni scemano la massa dei prodotti della terra e delle sussistenze degli uomini; e perchè l'aria si rende insalubre e si fanno più frequenti le malattie spopolatrici; e perchè i danni già sofferti, e il timor di nuove sventure spingono l'afflitto colono a cercare altrove un ricovero più sicuro; e perchè i proprietari dei terreni non potendo sopportare il peso sempre crescente delle riparazioni, rinunciano a un dritto che lor diviene funesto, e lasciano le terre in abbandono.

Se non sono evidenti queste ragioni, quali dunque saranno? Non è dunque più vero che la popolazione cresce in ragion delle sussistenze? Sarà dunque un mezzo per accrescere il numero degli abitanti quello di cangiar il paese in un deserto? I disastri e le ruine faranno prosperare gli stati? Converrà dunque proscrivere non dirò solo i principj più luminosi della politica economia, ma quelli ancora del criterio e del buon senso comune?

Ma non sono io tranquillo, se non cerco eziandio di estirpare affatto cotesta falsa ed assurda opinione, col mostrare in qual tempo ella sia nata e come sia propagata e diffusa.

Prima ancora delle funeste invasioni dei barbari settentrionali, l'Italia, per le lunghe guerre sofferte, per la traslazion della sede dell' impero sul Bosforo, per la debolezza degli ultimi imperatori d' Occidente, trovavasi già di gran lunga decaduta di fortuna e di popolazione.

Que' famosi latifondi, che dai senatori e cittadini romani, nei tempi dell'opulenza e del lusso, erano stati convertiti in parchi, in

peschiere, in giardini, e che occupavano vasti territorj, come deplorano in più luoghi Columella e Plinio, rimasero per mancanza di lavoratori abbandonati ed incolti.

Onorio aveva già dovuto esentare dall'imposte in una sola volta cinquecentomila giornate di terreno nella Campania e ne' vicini paesi di Napoli, che sono stati sempre annoverati fra i più fertili del suolo italiano. Simili esenzioni, non già per munificenza, ma per necessità, furono accordate a molte altre province ch'erano ridotte in una solitudine (1).

Vennero poscia i Barbari, e crebbe lo spoglio, la miseria, la emigrazione. S'aggiunse il corso vago e indisciplinato de' fiumi, che senza freno e senza legge invasero le campagne derelitte. Boscaglie e paludi occuparono le migliori contrade d'Italia.

Non v'è alcuno che abbia scritto la storia di que' tempi, il quale non riferisca la celebre lettera trigesimanona di S. Ambrogio, dove fa una pittura veramente lagrimevole

---

(1) Cod. Theodos., lib. II, tit. 28, leg. 2, 3, ecc.

di Modena, Reggio, Parma, Piacenza, e di tutto il paese che giace fra Bologna e Milano (1).

Sidonio Apollinare, con quel suo stile ricercato e lezioso ch'ebbe a risorgere molti secoli dopo per opera de' secentisti, parlando di Ravenna, e volendo mostrare ch'era tutta sommersa dall'acque, dice che avea territorio, ma non terra, che le barche sedevano, le torri nuotavano, con altre frivole arguzie, le quali per altro fanno conoscere lo stato infelice di quella capitale dell' Esarcato (2).

I doni che si facevano allora dai principi

---

(1) *Ad laevam Apennini inculta miseratus, et florentissimorum quondam populorum castella considerabas, atque affectu relegebas dolenti tot semirutarum urbium cadavera, terrarumque sub eodem aspectu exposita funera, etc. Ambros. Epist.* 39, *ad Faustinum.*

(2) *In qua palude, rerum omnium lege perversa, muri cadunt atque stant, turres fluunt, naves sedent, aegri ambulant, medici jacent. Vide quali sit civitas, quae territorium facilius potuit habere quam terram.*

Sid. Apollin., lib. I, epist. 8.

alla chiesa ed ai monaci consistevano per l'ordinario in selve e paludi.

Astolfo, re de' Longobardi, dona al vescovo di Modena una selva della estension considerabile di cinquecento jugeri (1).

Berengario I, benchè sia stato brevissimo il suo regno, pure avea donato ai monaci Nonantolani una gran quantità di stagni, di peschiere e di boscaglie nei territorj di Reggio, di Bologna e in molti altri (2).

Nel secolo decimo il distretto di Modena trovavasi occupato interamente da selve e sommerso d'acque stagnanti, sicchè gli abita-

---

(1) . . . . *curtem nostram, quae dicitur Zena, territorio Mutinensi cum sylva jugeris numero quingentis, etc.*

Murat., Dissert. XXI sulle Ant. Ital.

(2) *Sylvas et paludes una cum basilica S. Martini; sylva Comitis; sylva de Lupoleto, cum sylva Murianense; paludes Grumolenses; sylvas et paludes a Trepontio in josum, usque ad fossam latam; cunctas fossas et paludes quae fiunt de fluvio Bondeno, etc.*

Id. Ibid. ad annum 899.

tori se n'erano già fuggiti, e il paese era divenuto un deserto (1).

Non è dunque da stupirsi, se Corrado, re de' Romani, un secolo dopo, donò al vescovo Watrino la città di Modena con tre miglia di territorio all'intorno, giacchè dal medesimo diploma risulta che cotesto territorio consisteva quasi del tutto in boschi, pantani ed acquitrini (2).

Un altro re di Germania, Arnolfo, fece un donativo di simil natura al vescovo di Parma.

Non sembra, a dir vero, che dovesse costar molti sforzi il praticar di siffatte liberalità (3).

---

(1) *Solum dictae urbis aquarum insolentia enormiter occupatum, rivis circumfluentibus, stagnis et paludibus excrescentibus, incolis quoque aufugientibus, noscitur esse desertum.*

Vita S. Gemin. Episc.

(2) *Civitatem Mutinensem a tribus milliaribus in circuitu, videlicet paludes, sylvas, aquas, etc.*

Id. Ib. ad an. 1026.

(3) *Petiae duae de sylvis, quarum una est posita in insula, quae dicitur Sacca, cum terris, paludibus, atque piscariis, cui cohaeret sylva S.*

Più generoso ancora era stato uno dei progenitori della celebre contessa Matilde, il quale aveva donato al monastero di S. Benedetto di Polirone una immensa boscaglia, che formava essa sola un vasto distretto (1).

Innumerabili altri esempj potrei citare, se quelli che ho riferiti non bastassero. Aggiungerò solo che siccome le acque stagnanti e soffermate anche dalle macchie e dalle boscaglie, formavano qua e là con le loro deposizioni dei dossi e dell'isole scoperte ed asciutte, così la infelice gente del contado ritiravasi appunto in coteste situazioni, piantandovi le loro casipole ed abituri, e coltivandovi quei nuovi terreni che, morbidi e pingui pel deposto limo, si lavoravano con poca fatica e davano copioso frutto. Cotali dossi, o isole create dall'acque limacciose, si chiamavano nel lin-

---

Petri; altera Petia de sylva est sita in Gajo, de Sovrana, et fossa Guitaldi, ad lacum S. Secundi usque ad sylvam de stagno, etc.

Id. Ib. ut supra.

(1) . . . . *dedit castrum cum sylvis et buscalibus modia mille sexaginta, etc.*

Id. Ibid. Dissert. 21, ecc.

guaggio d'allora *Polesini*; ed egli è perciò, ch'essendosi poscia col tempo e coll' industria dilatati ed insieme congiunti a mano a mano molti di que' Polesini, giunsero a dare un tal nome a ricchi territorj che lo conservano ancora.

Egli è appunto in que' tempi calamitosi, quando le belle contrade d' Italia erano coperte d'acque ed ingombre da boscaglie, egli è in tali circostanze ch'è stata, e si è diffusa la opinione di cui parlo. Ella era in allora ragionevole e giustissima, e sarebbe senza dubbio una follia il voler ora ridurre a boschi vaste e fertili pianure, dalle quali raccoglier si possono in abbondanza e biade, e vini, e frutta, e canapa, e seta ed altre derrate necessarie all'umana sussistenza o utili agli oggetti d' industria e di commercio.

Ma l'errore consiste nell'applicare ai monti ciò che conviene ai piani, nel sovvertir l'ordine stabilito dalla natura, nel voler coltivare le ripide coste montane come si fa delle pianure, e nello sradicare e distruggere le selve in que' luoghi, dove sono di un sommo, emi-

nente, incomparabile benefizio. Fallace quindi ed erronea, come ho detto, è l'opinione che la tutela dei monti e delle foreste possa giammai diminuire la popolazione.

E per portarne la prova all'ultima evidenza, se pur anco ve ne fosse mestieri, non addurrò che l'esempio della medesima Italia, ma d'altri tempi per essa più fortunati ed illustri, come si vedrà nel capo che segue.

CAPO XIX.

Continuazione dello stesso soggetto.

Si sa che ne' primi secoli della romana repubblica l'Italia conteneva e nudriva un numero d'abitanti prodigioso. Non v'era forse alcuno dei tanti stati liberi e indipendenti, ne' quali era divisa, che non potesse in pochi giorni mettere in piedi un'armata di venti a trentamila combattenti. La storia romana ce ne porge ad ogni passo testimonianze infinite.

Fa maraviglia il vedere che i Sanniti, anche dopo di essere stati più volte sconfitti dai

Romani, hanno potuto mandare in soccorso dei Tarentini ottantamila fanti ed ottomila cavalli (1).

I soli Crotoniati armarono in una importante circostanza perfino a cento e trentamila uomini (2).

Alla fama della seconda invasione de' Galli Transalpini, i Toscani co' Sabini posero in campo settantamila fanti, e quattromila cavalli; gli Umbri ventimila pedoni; i Romani ventimila fanti e millecinquecento cavalieri; i Latini trentaduemila fra cavalli e fanti; i Sanniti summenzionati settantasettemila; i Japigi e i Messapj sessantaseimila; i Lucani trentatremila; i Marci coi Marrucini, Ferentani e Vestini ventiquattromila, e così a proporzione molti altri popoli, di maniera che da una sola metà circa d'Italia furono allora posti in piedi tra breve tempo più di settecentomila soldati. Se Polibio, quell'accurato e grave storico, non ne facesse una det-

(1) Strab., Geogr. lib. V, n. 33.

(2) Id. Ib. lib. VI, n. 16.

Diod. Sic. Rer. antiq., lib. IV.

tagliata enumerazione, ciò forse men si crederebbe (1).

Non v'ha dubbio, che il viver parco e costumato di que' tempi non contribuisse di molto ad accrescere la popolazione; ma gran parte ancora vi aveva il saggio sistema di tutelare i monti e le selve, da cui ne proveniva che non essendo rovinose e dirupate le coste montane, non distrutte le valli dai torrenti precipitosi, non coperti di ghiaje, e ridotti a deserti i piani subalpini, non sommerse e desolate dalle piene o dall'acque stagnanti, le province inferiori, ogni piaggia, ogni campo, ogni palmo di terreno era posto a profitto, e dava un prodotto, nè v'avea luogo, o in monte o in piano ch'e' fosse, dove o capanna, o casuccia, o casa non si trovasse, e dove i vec-

(1) Polib., lib. II, cap. 24.

Eutrop., lib. III, cap. 5.

Italia, *quae*, L. Emilio Paulo, C. Attilio Regulo *Consulibus, nunciato Gallico tumultu, sola, sine externis ullis auxiliis, atque etiam tunc sine transpadanis equitum LXXX milia, peditum DCC millia armavit.*

Plin., Hist. Nat., lib. 3, cap. 24.

chi non vedessero cinti d'ogn' intorno i lor focolari di numerosi figli de' figli, senza parlar poi delle ville, terre e borgate che sorgevano frequentissime, e davano ricetto ad una immensa popolazione.

Ma somma era la cura e la gelosia de' governi per la conservazion delle selve, chiamando anco la religione medesima in soccorso di questo piano economico e politico insieme.

Ben è noto che molte specie d'arbori vivevano sotto gli auspicj particolari di qualche nume, come di Apolline il lauro, d' Ercole il pioppo, di Giove la quercia (1).

Tutte le selve poi, di qualunque specie di piante si fossero, venivano custodite e protette dagli Dei boschereccі o silvani, ch' erano tenuti generalmente in una gran venerazione (2).

---

(1) *Arborum genera numinibus suis dicata perpetuo servantur, ut Jovi esculus, Apollini laurus, Minervae olea, Veneri myrtus, Herculi populus.*

Plin., Hist. Natur., lib. 12, 2.

(2) *Quin et Silvanos, Fannosque et Dearum genera sylvis, ac sua numina tamquam caelo adtributa credimus.*

Id. Ibid. quo supra loco.

Noi sappiamo ancora qual era il rito nei sacrifizi che loro facevano i Romani, e quale la preghiera che recitar dovevano per impetrare a sè stessi, ai figli, alla casa e famiglia, il loro ajuto e favore (1).

Ed oltre gli Dei boscherecci o Silvani che presiedevano a tutte indistintamente le foreste, non v'era bosco notabile ed importante che non avesse una qualche Deità speziale e tutelare.

La bella selva che costeggiava a mano manca la Via Appia, dove ascendevasi ad Aricia, era dedicata a Diana che vi aveva un tempio (2).

Famosa era la città di Feronia, e il bosco e il delubro sacro alla Dea dello stesso nome, dove concorrevano ogni anno una infinita mol-

---

(1) *Porco piaculo facito : sic verba concipito: Si deus, si dea es, quojum illud sacrum est . . . bonas preces precor, ut sies volens propitius mihi, domo, familiaeque meae, liberisque meis.*

Cato, De Re rustica, cap. 139.

(2) *Dianae autem quod vocant nemus in sinistra Viae Appiae parte est, qua Aricium adscenditur. Fanum in luco est.*

Strab., Geogr., lib. V, n. 24.

titudine di gente, e tutti i mercatanti dell'Etruria, del Lazio, e de' finitimi paesi nelle solenni fiere che vi si celebravano, e dove pur si tenevano di tempo in tempo le assemblee de' popoli circonvicini (1).

A Tivoli si ammirava particolarmente il tempio d' Ercole, e il bosco foltissimo a lui dedicato che tutta copriva l'ampia valle, per cui passava il Teverone dopo la bella cascata dalla soprastante rupe (2).

La città e il tempio di Volumna, posti sulla cima del monte Ciminio, poco lungi dal lago di Bolsena, erano anch'essi celebratissimi per le solenni Diete dei dodici popoli dell' Etruria.

E poichè si parla del monte Ciminio, ri-

(1) *Sub monte soracte urbs est Feronia, cognominis indigenae cuidam deae, quam vicini venerantur, atque est ibi lucus Feroniae, in quo sacrificium perpetratur mirabile, etc.*

Id. Ibid. n. 12.

(2) *Tibure fanum est Herculis, et praeceps aquae dejectus in convallem profundam lucisque obsitam, etc.*

Id. Ibid. n. 22 *et* 23.

nomata sopra ogni altra era la selva per appunto di questo nome, ch'estendevasi lungo le coste de' monti toscani, e che da Livio col suo pennello forte nella storia, come quel di Michelagnolo nella pittura, ci vien rappresentata orrenda, densa, vasta, come la gran foresta Ercinia, infame per la sconfitta di Varo (1).

Il celebre tempio di Giunone Falisca, e il bosco ad essa consacrato, trovavasi situato sopra di un monte delizioso, dove pur era stata fabbricata la ricca e popolosa città di Faleria (2).

Ciò era comune ad una gran parte delle città e de' borghi principali ch'erano in quei tempi piantati sulle costiere di monti e di colli circondati di bellissime selve che servivano loro di ornamento e di sostegno.

---

(1) *Sylva erat Ciminia, magis tum invia et horrenda, quam nuper fuere Germanici saltus, nulli ad eam diem ne mercatorum quidem adita, etc.*

Tit. Liv., *Hist. Rom.*, lib. IX, cap. 36.

(2) *Sita erat urbs illa Faleria in arduo monte... ad hanc urbem fuit Junonis Faliscae lucus et fanum, etc.*

Cluv., Introd. Geogr., lib. III, cap. 26.

I Sabini, che furono i padri de' Piceni, dei Sanniti e de' Bruzj, gente numerosa, armigera e forte, avevano le loro città e castella poste sulle selvose falde dell'Appennino. Al basso coltivavano il grano, alle pendici gli ulivi e le viti, e sulle cime de' monti il pascolo e il bosco (1).

Il monte Algido non era meno famoso per le sue foreste, di quello che per il valore degli Equi, che vi abitavano a borgate. Esso fu testimonio per cent'anni della lotta che sostennero que' popoli contro tutte le forze della superba Roma. Livio ne parla ad ogni passo (2).

Sopra i monti del pari e fra boschi, erano stabiliti i Vestini, i Marsi, i Peligni, i Marrucini, i Ferentani e molte altre nazioni che troppo lungo e fastidioso sarebbe l'annoverare (3).

---

(1) *Montuosa etiam Sabionorum regie egregie ferax est olearum ac vitium, multumque fert glandis, ac pecori producendo opportuna est, etc.* Strab., Geogr., lib. V, n. 15.

(2) Liv., *Hist. Rom., lib. II, III, IV et seq.*

(3) *Supra Picenum sunt Vestini, Marsi, Peligni,*

Nè questa nostra Italia Superiore cedeva in alcuna guisa alla Media ed alla Meridionale, sia nella moltitudine degli uomini, sia nelle ricchezze, sia nella cura e conservazion delle selve che somministravano abbondevolmente i legnami occorrenti pei bisogni della vita, per gli oggetti del commercio e per gli usi della marina.

La Gallia Cisalpina e la Venezia si chiamavano da Cicerone il fior di tutta Italia, l'ornamento e il sostegno dell'impero del Popolo romano (1).

E rispetto alla coltura e tutela de' boschi, essa vi era generalmente e studiosamente praticata non solo sui gioghi delle Alpi e degli Appennini, ma eziandio nella pianura, perchè frequenti e copiosi d'acque, anche allora essendo i fiumi in queste province, attesa la loro fisica posizione, vi si era introdotto e si osservava generalmente il costume di guer-

---

Marrucini, *Ferentani*, *Samnitica gens. Hi montana tenent*, *etc.*

Strab., Geogr., lib. V, n. 25.

(1) Cic., *Orat. Philip.* 3, n. 5.

nirli tutti lungo il loro corso di boschi che gli fiancheggiavano sull'una e sull'altra sponda, e ne impedivano, più forse utilmente dei nostri argini, le irruzioni laterali (1).

Egli è perciò che si trovavano allora per tutta Italia piante di una età immemorabile, e di una grandezza straordinaria e prodigiosa.

Quell'immensa trave di larice, che Tiberio per pompa e per prodigio espose in sul ponte della Numachia (2), e quell'enorme abete, che servì di antenna al naviglio, il più mostruoso forse che abbia esistito giammai, su cui Caligola fe' trasportar dall'Egitto l'obelisco che pose nel circo Vaticano, que' due arbori di maravigliosa grandezza erano figli senza dubbio di questi monti dell' Italia settentrionale (3).

---

(1) Co. Filiasi, Mem. de' Ven. Ant., tom. I e II. *Id.* Rifless. sui fiumi e lagune, pag. 9.

(2) *Fuit autem trabs e larice, longa pedes CXX bipedali crassitudine aequalis, quo intelligebatur vix credibilis reliqua altitudo, etc.*

Plin., Hist. Nat., lib. 16, cap. 76.

(3) *Abies admirationis praecipuae visa est in navi, quae ex Ægipto Caii Principis jussu Obe-*

Sul colle di Tuscolano sorgeva una vetusta e folta selva consacrata a Diana, ch'io mi avea dimenticato di accennare. Era essa di antichissimi faggi, ma così ben frondeggianti e quasi zazzeruti, che parevano ad arte composti (1).

Presso la selva poi vedevasi un elce di così gigantesca statura, che dal tronco suo, il quale trentaquattro piedi avea di circuito, si innalzavano dieci arbori eccelsi; esso solo faceva un bosco (2).

Ma più ancora smisurata era forse quell'annosa quercia che, schiantata dal turbine,

---

lyscum adduxit; qua navi nihil admirabilius visum in mari certum est.

Id. lib. et num. eodem.

(1) *Est in suburbano Tusculani agri colle lucus antiqua religione sacratus a Latio, velut arte tonsili coma fagei nemoris.*

Plin., Hist Nat., lib. 16, cap. 91.

(2) *Vicina luco est ilex, et ipsa nobilis, trigintaquatuor pedum ambitu caudicis, decem arbores mittens singulas magnitudinis visendae, sylvamque sola facit.*

Plin., *ut supra eodem*, cap. 91.

ingombrava con l'immensità della ceppaja, dei rami e delle frondi, un jugero di terra (1).

Non parlo dell'altro insigne bosco sacro a Lucina, e di quella pianta la più cospicua di esso, a cui si appendevano da secoli le chiome delle vergini Vestali nel dì ch'eran loro dalla man del pontefice recise, e che appunto perciò la *capillata* chiamavasi (2).

Non parlo dei due arbori coetanei di Roma, il loto ed il cipresso, piantati da Romolo, dopo una vittoria, insieme col tempio di Vulcano, il primo de' quali ancor viveva ai giorni di Tito, ma il cipresso era caduto negli ultimi tempi di Nerone (3).

---

(1) *Visa etenim est annosa quercus eversa vi tempestatis, et jugerum soli amplexa.*

Plin., Hist. Nat., lib. 16, cap. 57.

(2) *Antiquior illa est, sed incerta ejus aetas, quae capillata dicitur, quoniam vestalium virginum capillus ad eam defertur.*

Id. Ib. cap. 85.

(3) *Altera lotos in Vulcanali, quod Romulus constituit ex victoria de decumis aequaeva urbi intelligitur.... Fuit cum ea cupressus aequalis, etc.*

Id. Ib. cap. 86.

Taccio dell'elce del Vaticano, che stimavasi più vecchio eziandio di Roma, e che serbava sculta un'antichissima iscrizione in lettere etrusche (1); se non che ben ancora maggior età vantar forse potevano quei tre elci di Tivoli, la cui memoria si perdeva nei secoli eroici (2).

Taccio delle sei piante famose che da Numizio Enobarbo si stimavano quanto la casa, tuttochè magnifica, dell'orator Lucio Crasso, per cui avevagli offerto sei milioni di sesterzj (3).

Non è dunque da sorprendersi se Plinio gridava: " Non men dell'effigie degli Dei, non " men dei loro simulacri d'oro e d'avorio,

---

(1) *Vetustior autem Urbe in Vaticano ilex in qua titulus aereis litteris etruscis religione arborem jam tum dignam fuisse significat.*

Ib. Ibid. cap. 87.

(2) *Tiburtes originem multo ante Urbem Romam habent: apud eos extant ilices tres, etiam Tiburto conditore eorum vetustiores.*

Id. Ib. quo mox loco.

(3) *Id. Ibid.*, lib. 17, cap. 1.

" noi gli arbori antichi delle foreste, e gli
" stessi alti silenzj adoriamo ,, (1).

Ma egli è forza di porre un confine a questo discorso che più non finirebbe. Le singole piante, secondo la loro spezie, godevano del favore ed affetto di un nume particolare: le selve principali e più rinomate avevano templi ed altari, ed erano sacre a qualche deità proteggitrice: tutte generalmente le foreste stavano sotto la custodia d'ignote e venerande divinità sempre pronte a punire coloro che ardissero non già di farne un saggio e discreto uso, come convieusi, ma di sterparle e distruggerle.

Tanto dunque è lontano che la tutela dei monti e delle foreste possa per avventura contribuire alla spopolazione, che anzi dalla osservanza di questo sistema l'Italia, ne' primi secoli della romana repubblica, è pervenuta a poter contenere e nudrir nel suo seno una

(1) *Nec magis auro fulgentia atque ebore simulacra, quam lucos, et in iis silentia ipsa adoramus.*

Plin., Hist. Nat., lib. 12, 2.

moltitudine prodigiosa, e pressochè incredibile di abitatori (1). Una opinione sì falsa ed assurda è riprovata non solo dalla sana ragione, ma dallo stesso buon senso comune: essa è nata dal pregiudizio di credere, che siccome ne' tempi calamitosi d'Italia l'imboschimento delle terre e l'abbandono dell'agricoltura aveva ridotto le sue migliori province in uno stato di solitudine, così lo stesso esser dovesse, se i montani paesi fossero riforniti di selve; essa deve l'origine all'erronea e fallace applicazione al monte di ciò che conviene al piano: il vero mezzo di portar la popolazione a quel grado che le circostanze fisiche e locali consentono, è quello di seguire il saggio e provvido sistema della natura, la quale vuol protette e difese da selve le coste ripide e precipitose delle montagne; questo sistema fu mantenuto per secoli dalle antiche repubbliche e stati d'Italia, e riguardato come sacro, e come un oggetto di religione, e non

---

(1) *Innumerabilem multitudinem liberorum capitum in iis locis fuisse, etc.*
Liv., *Hist.*, lib. 6, cap. 12.

vi fu mai tempo, in cui sia giunta, come si è detto, a tanta moltitudine, e pressochè portentosa, la italica popolazione (1).

---

(1) Il celebre tabellista signor Gioja s' immaginò, per singolarizzarsi, di tirar fuori del suppediano e sciorinare le vecchie dottrine, già per universal consenso de' dotti omai rigettate, facendo in tal guisa, in quanto a lui, retrocedere la scienza per lo meno di un secolo.

A tal oggetto egli si è proposto di sparger dubbj ed incertezze sui più semplici principj, e sulle più sane massime della politica economia, di maniera che, dopo aver percorso il suo Trattato, i giovani studiosi, e i pubblici amministratori non sanno più nè cosa credere, nè che seguire.

Per lo stesso motivo appunto egli si arrabatta per mostrare che gl' Italiani, nei primi secoli della romana repubblica, non si curavano della tutela de' boschi; che le istituzioni religiose non erano leggi; che la numerosa popolazion di que' tempi è una chimera; che le grandi armate non provano nulla, perchè gli uomini allora non si uccidevano; che Polibio, Livio, Dionigi d'Alicarnasso, e tutti gli storici antichi, o s'ingannarono o esagerarono, con molti altri ghiribizzi ed assurdità di questa fatta.

Alterando l'epoche, mutilando i testi, o mal interpretandoli, e figurandosi di rinvenire contraddi-

Ma il vietare la estirpazione de' boschi, e il dissodamento delle coste montane, non sarebb'egli un violare i diritti della proprietà? Non ripugna ciò forse alle massime liberali di un saggio ed illuminato Governo?

CAPO XX.

Se l'impedire il dissodamento delle ripide coste montane sia un violare i diritti della proprietà.

" Io voglio, dice un fatuo, incendiar la mia
" casa; holla avuta in retaggio da' miei mag-
" giori, e nessuno me ne può contrastare la
" proprietà; se da ciò per avventura ne se-
" gue danno a' miei vicini, se la città va in

---

zioni ed errori, anzi bamboleric e scimunitaggini in Verri, in Beccaria, in Condorcet, in Smith, in Say, ecc., ecc., si può sostenere tutto ciò che si vuole, come coloro che fecero l'elogio della pazzia, o vollero provare la inutilità della storia, la fallacia delle matematiche, e simili stravaganze.

Gioja, Nuovo Trattato delle Scienze Economiche, tom. II.

" cenere, io non ho intenzione che questo
" male avvenga; io non fo che usare del sa-
" cro dritto di poter liberamente disporre di
" ciò ch'è proprio.

" Chi può impedirmi, dice un lebbroso, o
" un appestato, o un idrofobo, che io girar
" possa per le piazze e per le strade a mio
" talento, e in mezzo ai miei concittadini?
" Qual violenza intollerabile, qual ingiustizia
" non è questa di tenermi chiuso, e dagli
" altri disgiunto?

" Se con l'acqua di questa fonte che sca-
" turisce in un mio podere, io faccio qui
" nell'abitato, e in mezzo alla borgata, ove
" ho il mio domicilio, un marcitojo da ca-
" napa, o una risaja, vi sarà egli una legge
" così nemica dell'industria e così tirannica,
" che mi privi del mio diritto, e mi condanni
" a lasciar inutile l'acqua che il cielo e la
" fortuna mi offre? ,,

Non vi fu certamente mai giudice, o magistrato o uomo giudizioso, che rimasto sia persuaso da questo strano ed assurdo ragionare. Perciocchè la legge che vieta le azioni,

non dirò criminose e malvagie, sulle quali non può cader dubbio, ma eziandio le imprudenti e stolte, che portano seco necessariamente l'altrui danno e rovina, non solo non viola i diritti de' cittadini, ma ben anzi provvidamente li tutela e protegge.

Non è, non è diverso senza dubbio il caso di chi, guidato da mal inteso interesse, o da sconsigliato pensiero, si pone a sradicar le selve, e a dissodare il terreno sulle ripide coste de' monti. Cotesta incauta operazione porta seco inevitabilmente la propria ruina, e quella insieme de' proprietarj della pendice e de' sottoposti piani. Nè si può determinare fino a qual segno giunger possano le conseguenze di quell'azione imprudente e temeraria, poichè può ella dar luogo, come l'esperienza pur troppo il dimostra, allo scoscendimento del monte, al precipizio di una immensa quantità di materie, all'interrimento dei letti de' fiumi, e alla sommersione ed eccidio d'intere provincе.

L'animo rifugge dal tracciar di nuovo immagini luttuose, ma la pietà, che non mai mi la-

scia, mio malgrado mi vi riconduce. Voi, che credete lesi i dritti di proprietà nel vietar lo sfacimento delle montagne, osservate cosa ora faccia uno scroscio di pioggia. Volgetevi al monte, e mirate le pietre e le ghiaje, che si partono dall'alte coste diroccate, e cadon giù da ogni parte orribilmente balzando, e menando una vasta rovina; le terre, destinate dalla natura agli armenti, sì scoscese e deserte, che le fiere stesse, nonchè le gregge, se ne fuggon da lungi sbigottite; gruppi di case distaccate tutte insieme con la falda del monte, e rovesciate nel precipizio; i tetti infranti, le vesti, i miseri letti, le cune nuotanti sul colmo del furibondo torrente; i pochi superstiti, squallidi e grami, costretti a bagnar di lagrime il pane dall'altrui pietà (spesso tarda e più volte chiesta) mendicato, ed a mille volte bramar piuttosto di essere stati co' suoi nelle ruine avvolti e seppelliti.

Rivolgetevi ora al piano, e mirate i fiumi gonfi oltre misura ed impetuosi, squarciar da ogni lato le deboli sponde, spargersi furiosamente per le campagne, e struggere in brevi

istanti le fatiche e le speranze del misero agricoltore, il quale non vede solo rapirsi i frutti ancor rimasti nel campo, ma quelli pure raccolti e posti in serbo per nutrire i piccioli figli senza madre, già morta. Perciocchè le acque dilatandosi per ogni dove, e crescendo, già circondano le case degl' infelici coloni, e la notte tenebrosa che sopravviene, e le confuse strida di gente disperata che chiama soccorso, e lo stesso mugghiar de' buoi che si senton sommergere, accrescono lo spavento e l'orrore; sicchè altri corre senza saper dove, ed incontra più presto la morte ch'ei fugge; altri si ricovra nel più alto luogo del tugurio, ma l'acqua cresce, e a lui pur giunge che disperato si getta nel gorgo per finir le angoscie e la vita; altri, già cadente per gli anni, vien posto in salvo sull'argine del fiume che ancora sussiste, ma, sventurato! vi si trova ignudo e tremante, e invano chiama tutta la notte il pio figlio che là portollo e che tornato per salvar la consorte restò con essa dall'onde travolto. Intanto sorge la mesta luce del mattino e fa vedere, orribile spettacolo,

qua corpi naufraghi d'uomini e di fanciulli, di cui alcuno alza pur anco le mani per cercare ajuto; là case che traballano, e si sfasciano e spariscono inghiottite dall'acque; più lungi un villaggio, che già la piena furente assale, e sta per sommergere, e lo scompiglio, il terrore e la disperazion degli abitanti, che corrono forsennati, nè trovano scampo; e per tutto all'intorno, per quanto l'occhio si stende, un vasto ed interminabile stagno, o piuttosto un mare, tutto coperto di rottami, di spoglie e di funesti avanzi della distruzione e del naufragio.

Ecco gli effetti del dissodamento de' monti, ecco cosa produce il malnato abuso di sradicar le selve.

Quand'anche dunque all'incauto proprietario qualche breve e passeggiero proveccio derivar ne potesse dal dissodare le coste montane e precipitose, sarebbe mai giusto e tollerabile che ciò costar dovesse sì gravi sventure, e sì largo pianto ai suoi concittadini?

Che dico però proprietario? Ve n'ha taluno, è vero, anche fra questa classe di scon-

sigliato, o di stolto, ma l' interesse proprio non è per l'ordinario sì cieco che per un effimero profitto voglia perder per sempre i suoi beni. Il mal maggiore nacque da quelli che usurparono e manomisero le selve pubbliche e nazionali, di cui ne' tempi addietro erano i nostri monti coperti.

I primi che si accorsero del disordine omai crescente del dissodamento delle Alpi, e che conobbero la necessità di un riparo, furono i Veneziani, i quali avevano due sommi ed eminenti oggetti per far loro rivolgere lo sguardo e l'attenzione ai monti e alle foreste. L'uno era quello di aver sempre i legnami opportuni alla marina regia e mercantile, che formava la forza e la ricchezza principal della repubblica, e che la faceva primeggiare sopra le altre nazioni navigatrici d' Europa, come avevano fatto a' tempi antichi i Tirj, i Greci, gli Egizj ed i Cartaginesi. L'altro era quello d'impedire che i fiumi, i quali andavano allora a sboccar nella laguna, non interrissero con le loro torbide quella vasca sempre da essi gelosamente e ragionevolmente custodita, perchè

teneva il luogo di forti mura alla sede del Governo.

Perciò appena divennero signori delle province di terraferma, il che fu verso la metà del XV secolo, vietarono con una legge, che servì poi di modello e di appoggio a tutte le posteriori, la distruzione ed estirpazione dei boschi, sì pubblici come privati (1).

Cotesta legge, che ha più di tre secoli, fa comparir dubbiosa, come mi sembra, la opinione di quegli scrittori, avvegnachè accreditati, i quali fissano l'epoca del dissodamento de' monti a quella della decadenza delle arti e del commercio in Italia, dicendo, ch'essendo passate le italiche manifatture nelle altre nazioni europee, e quindi una gran moltitudine di popolo essendosi trovata priva di sussistenza, si diede con tutto l'impegno a sterpar le macchie su per le pietrose coste delle montagne, traendo con infinita industria e fatica dalle più ingrate e sassose terre un qualche profitto.

---

(1) Legge 1475, 7 gennajo, del consiglio di X.

Basta leggere la storia d'Italia del secolo XV per conoscere che quella fu l'epoca in cui vi fiorirono sopra ogni altra le manifatture e il commercio. Si sa che allora i Fiorentini, i Pisani, i Genovesi, i Lombardi, i Veneziani avevano un ricchissimo ed esteso commercio non solo in tutti i paesi dell' Europa, ma eziandio sulle coste dell'Africa, in Egitto e nell'Asia.

Le manifatture di lana erano giunte in Firenze ad una tale prosperità che vi si fabbricavano da settanta a ottantamila pezze di panni ogn'anno. Più di trentamila persone vivevano di questo mestiere (1).

Le città Lombarde non ne somministravano meno di novantamila pezze per uso del commercio esterno, e particolarmente per la Grecia e la Barberia (2).

Chi non sa a qual grado di splendore portate pur fossero le manifatture di seta in Fi-

---

(1) Gio. Villani, lib. 21 e 28.

(2) Mar. Sanudo. Vit. de' duchi di Ven. Den. Rivol. d'Ital., tom. 2, lib. XII e lib. XIV.

renze, in Bologna, in Venezia e in qualche altra città d'Italia (1)?

Come dunque si può dire che la popolazione italiana, in quell'epoca stessa, si trovasse priva di sussistenza, e costretta fosse a diboscar le montagne per vivere, se questo disordine, come lo dimostra chiaramente la citata veneta legge, già sussisteva a quel tempo, e se l'Italia ha conservato il suo commercio e la prosperità delle sue manifatture fino al secolo seguente?

E se gli artefici rimasero senza lavoro, perchè non si diedero piuttosto a coltivare con assai minor fatica le vaste pianure, che ancora si trovavano incolte in ogni provincia, e presso le città medesime, dov'essi abitavano e dove avevano le loro famiglie, anzichè ridursi a vivere fra le rocce, e su le coste alpestri delle montagne?

Egli è quindi probabile che molto prima si fosse già cominciato il guasto e saccomanno delle selve montane, e che la prima origine

(1) Tratt. della Decima e Mercat. de' Fiorent., lib. 2.

di sì funesto inconveniente sia forse dovuta a quegli sfortunati abitatori del piano, che spogliati delle loro case e terre dai barbari vittoriosi che le occuparono, o costretti dalle acque stagnanti, dalle lame e paludi che invasero allora le più belle contrade d'Italia, come si è mostrato nel Capitolo precedente, andarono a piantare il nuovo domicilio sui dorsi e su le coste ripide de' monti.

Tutti i principi però, a misura che il male, lento e negletto ne' suoi principj, andò prendendo piede, propagando le sue stragi, diedero mano a divieti, a minacce, a pene, benchè nulla fecero mai per efficacemente rimediarvi.

I magistrati veneti rinnovavano di tempo in tempo gli editti, ma essendone trascurata la esecuzione, i monti continuarono ad essere dissodati (1).

---

(1) Decreto del cons. di X, 7 gennajo, 1475, con cui si proibisce la sradicazione e distruzione de' boschi, sieno comunali, sieno privati.

Decreto del senato 15 novembre, 1430, vieta dissodamento de' luoghi ripidi de' monti sotto severe pene.

Anche in Toscana si vede dal Viviani che vi erano stati, prima di lui, proibizioni e bandi e pene contro i distruttori de' boschi, ma che ciò non ostante il disordine andava crescendo, perchè non vi si applicavano più validi ripari (1).

Indifferente non rimase nemmeno il Governo pontificio, dal quale fu prima interdetto il taglio delle selve sulle giogaje, o sia, come si esprime l'editto, sui crini dell'Appennino, e poscia vi fu pure vietata la estirpazione anco delle macchie (2).

Non furono diverse le provvidenze prese

Decreto 24 giugno, 1650, proibisce taglio de' boschi comunali.

Terminazioni di varie magistrature, 19 novembre, 1704, 3 luglio, 1734, 6 luglio, 1743, 5 settembre, 1748, 16 dicembre, 1777, Piano Forestale 15 marzo, 1791, e 9 aprile, 1792, e Terminazione de' Provveditori all'Arsenal 1.° febbrajo, 1793.

(1) Viviani, Discorso intorno al difendersi dai riempimenti, ecc., applicato all'Arno.

(2) Editto Doria 24 novembre, 1734, vieta il taglio de' boschi sui crini dell'Appennino.

Editti 23 marzo, 1789, e 27 novembre, 1805, proibiscono estirpazione anche delle macchie.

in più tempi dai sovrani del Tirolo per la tutela e preservazione de' boschi, e per allontanare i danni delle frane e dei torrenti da quella montuosa provincia (1).

Il pazzo, perverso, e fatal abuso di sbarbicar dalle radici le boscaglie, i cespugli e le macchie, alle quali è dalla natura confidato il presidio ed il sostegno delle ripide coste montane, fu pure proscritto dai rispettivi governi tanto nel Milanese, quanto nel Piemonte (2).

Ma sarebbe inutile l'andar enumerando ad

---

(1) Regolamento forestale 18 luglio, 1558, vieta estirpazione de' boschi sotto gravi pene.

Regolamento 19 giugno, 1559, proibisce dissodamento, e perfino riduzione a pascolo delle coste selvose.

Simile 6 agosto, 1732, ed Ordinanza 1777, agli articoli 7 e 8 spezialmente.

(2) Editti 4 maggio, 1784, art. 18, per la Lombardia Austriaca, e 4 marzo, 1785, con cui si vieta la sradicazione, ecc.

Costituzion piemontese, 1770, dove si vieta sotto severe pene la estirpazione de' boschi d'alto fusto, e cedui, coll'obbligo di ripiantare tutti quelli che fossero stati distrutti.

una ad una le leggi che nel corso de' tempi si fecero su questo geloso ed eminente oggetto. Perciocchè se anco coteste leggi non vi fossero, se anco i principi passati, o per tolleranza o per incuria, non avessero mai pensato a porre un freno a sì funesto disordine, se anco avesse questo a suo favore il silenzio e il tacito consenso de' popoli e de' re, sarebbe perciò, nello stato in cui son ora ridotte le cose, men evidente, men giusta, men necessaria una provvidenza? Si potrebbe dir egli, che per non violare la libertà de' cittadini conviene lasciar perire le province del monte e del piano? Sta dunque la libertà civile nel dritto di poter sacrificare infinite famiglie, interi paesi, e l' interesse pubblico alla sconsideratezza ed imprudenza, o, per dir meglio, al capriccio e alla licenza individuale?

Ora mi lusingo alla fine di aver con l'armi della ragione e dell'esperienza ribattute validamente le opposizioni che per avventura potessero esser fatte dalla tenace abitudine, o dal pregiudizio, o dal privato interesse al si-

stema della tutela de' monti e delle foreste. La natura è quella che ci addita cotesto saggio e provvido sistema; la natura è quella che c'insegna i mezzi per eseguirlo: ella è pronta ad associarsi a noi, e a secondare i nostri sforzi: i modi da tenersi non son malagevoli, nè straordinari; moderato è il dispendio; immancabile il buon successo; grande ed incalcolabile il beneficio; poichè non solo si tratta di preservar le nostre contrade dai disastri e flagelli che le minacciano dell'ultimo eccidio, ma si tratta eziandio di ricuperare sul monte e sul piano vaste piagge ed immensi tratti di terreno che ora giacciono, con nostro danno e vergogna, infruttuosi, desolati e deserti. V'è dunque felicemente unito in questa impresa ogni più nobile e generoso motivo, salvezza, interesse nostro, ben pubblico, amor di patria, dolce conquista e quasi creazion di nuovi paesi, più lieto e fortunato avvenire pei nostri figli, e per noi stessi. Deh la mano paterna, benefica e possente del Governo voglia protegger un' opera sì necessaria, ed insieme sì utile e sì magnanima!

Fine della Parte prima.

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE IN QUESTA

PRIMA PARTE.

CAPO XVI.

CAPO XVII.

CAPO XVIII.

CAPO XIX.

CAPO XX.

PUBBLICATO

IL GIORNO XXV SETTEMBRE

M. DCCC. XXVIII.

Se ne sono tirate due sole copie in carta turchina di Parma, ed otto copie in carta velina bianca.

BIBLIOTECA
SCELTA
DI OPERE ITALIANE
ANTICHE E MODERNE

vol. 222

FRANCESCO MENGOTTI

VOLUME SECONDO

IDRAULICA
FISICA E SPERIMENTALE

DEL CONTE

FR. MENGOTTI

CONS. AULICO, COMM. DELL'I. R. ORDINE DELLA CORONA DI FERRO, MEMBRO DEL CES. R. ISTITUTO, UNO DE' XL DELLA SOCIETA' ITALIANA, E SOCIO DI MOLTE ILLUSTRI ACCADEMIE NAZ. E FOR.

OPERA

coronata dall' I. R. Accademia della Crusca, con nuove illustrazioni ed aggiunte dell'Autore

QUINTA EDIZIONE

PARTE SECONDA

MILANO
PER GIOVANNI SILVESTRI
M. DCCC. XXVIII.

PARTE SECONDA

DEI SISTEMI E DELLE SPERIENZE

FATTE SULL'ACQUE CORRENTI

CAPO PRIMO

Della Foronomia.

Non potendo gl'Idraulici, se non difficilmente, fare le loro sperienze sopra i torrenti ed i fiumi, i quali con la rapidità del corso e con la profondità dell'acque, spesso anche torbide e vertiginose, sconcertano i deboli artifizj ed i limitati stromenti dell'osservatore, si avvisarono di farle a bell'agio ne' loro gabinetti, e con vasi di varie figure, da cui l'acqua uscisse pel mezzo di luci che scolpite vi fossero nel fondo o nei lati.

Si posero in tal guisa ad esaminare i fenomeni di questo fluido così comune, ma in-

sieme così volubile ne' suoi movimenti e così restio nel lasciarne conoscer bene le leggi.

I matematici e fisici più illustri d'ogni nazione presero parte a questi sperimenti, nè vi fu chiaro ingegno, dopo il Torricelli, che per più di un secolo, sia di qua, sia di là dell'Alpi, non abbia creduto glorioso l'occuparvisi (1). La Foronomia divenne uno studio riputatissimo e tanto meglio che l'algebra e la geometria si unirono a gara per nobilitarlo (2).

---

(1) Chiamo Foronomia quella parte soltanto dell'idrodinamica che tratta delle leggi dell'acqua effluente dai pertugi de' vasi, benchè l'Ermanno nel suo celebre Trattato le abbia data una maggior estensione.

(2) Torricelli, *De mot. grav.*

Guglielm., *De aquar. fluent. mens.*, *lib.* 2.

Poleni, *De Castellis. Id. delle Pesc. Id. del moto misto*, *ecc.*

Grandi, *Movim. dell'acque.*

Ceva, *De Vasis.*

Zendrini, *Leggi e fenom.*, *ecc.*, *lib.* 1 e 2.

Michelotti, *Sperim. Idraul.*, *tom.* 1 e 2.

Newton, *Princ. nat. philos.*, *lib.* 2.

Jac. Hermanni, *Phoronom.*

Uno de' fenomeni che si osservarono all'uscir dell'acqua da un vaso perforato nel fondo, è quello di una cavità che vi si forma in su la superficie, e che presenta la figura d'un imbuto. Il Newton la chiamava cateratta, vale a dire, cascata d'acqua.

La colonna del fluido si disse che sovrasta direttamente al foro; piombando la prima all'aprirsi di questo, deve produrre necessariamente sulla superficie una cavità, in cui le parti laterali dell'acqua, essendo loro tolto l'appoggio, e non potendo star pensili, sdrucciolano e cadono da quel lato che non ha più sostegno, come fa la sabbia sottile nell'oriuolo a polvere, la quale appunto per la sua finezza e mobilità, mentre la colonnetta di mezzo

---

Daniel Bernoulli, *Hydrodynam.*

Joan. Bernoul., *Dissert. Hydraul. in Act. Acad. Petr.*

Mariotte, *Du mouvem. des eaux.*

Pitot, *Mém. de l'Acad. de sciences, an.* 1732.

Bossut, *Traité élémen. d'Hydrodyn.*

D'Alembert, *De l'Equil. et mouvem. des fluides*, con altri molti che troppo sarebbe lungo il riferire.

scappa per il pertugio, discende a mano a mano nel picciolo imbuto che vi si forma nel centro.

V'ha però chi credette, e certo con più di ragione, non già sdrucciolare, e cader direttamente nell'imbuto le parti laterali dell'acqua, ma bensì discendere a chiocciola, girando intorno intorno a quella conica cavità con moto tortuoso. Infatti quando si osservi esattamente cotesto infondibolo che fa l'acqua, vi si ravvisa un movimento circolare, ed una specie di vortice che si aggira sensibilmente, e fa roteare insieme i corpicciuoli leggieri che vi si gettano dentro, come ognuno può facilmente chiarirsene da sè stesso.

Si potrebbe forse con ciò render ragione di certi vortici, sovente, fatali che s'incontrano nelle grandi riviere.

Le rocce, di cui talvolta è il fondo del fiume seminato, massime nelle valli e nelle gole de'monti, hanno delle fenditure che inghiottiscono l'acqua, rigurgitandola poscia inferiormente nel fiume stesso. Or l'acqua, e tutto ciò che cade in quelle fauci pericolose

ed infami, si aggira e si travolve per l'appunto come in un imbuto.

Così fa, presso Grein, il Danubio nell'Austria Superiore, dove i gironi nascenti dalle fesse rupi che bevono l'acqua, fanno impallidire i più esperti navicellai. Così fa il Rodano nelle montagne per cui passa, e dov'è in parte assorbito dalle crepature degli scogli (1).

Forse anche nello stretto di Messina quel vortice famoso, assai più peraltro temuto dagli antichi che da noi, procede dalla stessa cagione, se vero è che lungi da esso, su le coste australi della Sicilia, si veggano ricomparir vomitati i flutti, e i rottami de' navigli che la Carridi ha travolti ed ingojati (2).

Un altro singolar fenomeno dell'acqua uscente da un pertugio, o questo sia praticato nel fondo, o nei lati del vaso, è quel notabile

(1) Giungendo il Rodano verso le rocce, le trova tutte ad un tratto, e il letto prende la forma di un imbuto, in cui il fiume si precipita, ecc. *Kant. Geogr. Fis.*, *tom.* 5, *n.* 3 *et* 8.

(2) Id. loco citato.

Kirker, *Mund. subterran.*, *lib.* 2.

restringimento, che si vede nello zampillo ad una piccola distanza dal labbro dell'orifizio. Chiamasi esso imperciò la vena contratta.

Al concorso e conflitto dei varj fili acquei che vengono da molte parti per uscire del foro, si è attribuito comunemente questo curioso fenomeno della vena contratta.

Infatti i corpuscoli un po' più gravi dell'acqua che si lasciano cadere nel vase, dopo esser discesi verticalmente per qualche tratto, si piegano poi sempre, e s'incamminano verso il pertugio. Quello spazio, fin dove si estende per entro al vase la visibile attrazion dell'orifizio, fu detto il gorgo da Giovanni Bernoulli, che fu il primo ad osservarlo (1).

Il Ceva in un vaso pellucido di cristallo ripieno d'acqua e bucato verso il fondo, vi lasciava cader dell'inchiostro a goccia a goccia; il Poleni v'infondeva con un'ampolla un

---

(1) *Pars virium prementium est impensa ad formandum gurgitem, a me ita dictum, ab aliis non animadversum, etc.*

Joan. Bernoul, *Dissert. Hydr. in Comm. Acad. Petrop.*, *tom.* 9.

filetto di vino rosso; il Bernoulli, Daniello, vi gettava particelle di cera lacca; il Mariotte briccioli di carta bagnata, i quali corpicciuoli finchè tenevasi otturato con un dito il pertugio, scendevano dirittamente verso il fondo del vaso, e al ritirarsi del dito, si torcevano tosto verso il pertugio stesso (1).

Credette il Grandi che i fili acquei andassero realmente ad incrocicchiarsi e quasi ad aggrupparsi. Quindi al luogo della loro unione diede il nome di *nodo*, e alla vena contratta quello di *funicella.* Nè mancava egli di provarlo, o piuttosto lo tentava ingegnosamente. Perciocchè se i fili dello zampillo che vengono dalle varie regioni dell' interno del vaso, e passano per il pertugio, si guardino come tante linee convergenti, le quali da di-

(1) Gio. Ceva, *De Vasis.*

Polen., *De Castel.* § 73.

Dan. Bern., *Hydrod.*, *sect.* 4.

Mariotte, *Mouv. des eaux*, *Par.* 2, *Dis.* 1, *reg.* 11.

Lorgna, *Teor. int. al moto de' liq.*, *cap.* 1, *n.* 10.

Lecchi, *Idrost. Esam.*, *lib.* 1, *esam.* 2 e 3.

verse parti si dirigono a un punto stesso, debbono necessariamente incontrarsi ed intrecciarsi nel sito della massima contrazion della vena, come fanno nell'occhio i raggi della luce che vengono dall'alto e dal basso, da destra e da sinistra, e vanno ad incrociarsi tutti passando per il pertugio della pupilla (1).

Ma il Poleni mostrò non molto dopo che i fili dello zampillo non fanno che avvicinarsi e stringersi insieme nel luogo della contrazione, per indi poi di nuovo dilatarsi, come un fasciatello di paglie sottili legate nel mezzo, ovvero piuttosto come una lunga chioma che si stringe nel sito dell'allacciatura, e poi torna a spargersi, e ad ondeggiar sul collo d'una fanciulla.

In fatti se s'inserisca in un lato, per esempio nel sinistro, della vena fluida un po' di liquor nero o purpureo, si osserva che il colore segue sempre la medesima strada a manca, piegandosi bensì nel sito del restringimento, ma poi divergendo nuovamente, e proseguendo

(1) Grandi, *Movimenti dell'acque*, *cap. II*, *prop. XI.*

a scorrere ognora lungo lo stesso lato. Conchiudeva da ciò il Poleni, che i fili acquei dello zampillo non s'intrecciano già, nè si attraversano, ma solo si appressano, e quasi si abbracciano insieme (1).

In questa bella sperienza aveva quel dotto fisico preso ad imitare in qualche modo la injezion delle vene del corpo umano, ch'era stata non molto prima praticata dal Graaf in Olanda, e che fu poi perfezionata dallo Svammerdamio e dal Ruischio.

Ora la proporzione che passa fra il diametro della vena contratta e quello dell'orifizio, fu calcolata dal Newton come 42 a 50, dal Poleni come 41 a 52, dal Bossut a un dipresso come 5 a 6; ma infine dal Michelotti con nuovi e più accurati sperimenti fu confermata la proporzion del Poleni di 41 a 52, o sia prossimamente di 4 a 5.

La distanza, in cui ha luogo la massima contrazione, è pari, secondo i più, al semidiametro del foro; la distanza poi, dove la

(1) Poleni, *Delle pesc. e cater.*, n. 59.

vena riprende la sua grossezza primiera, è di quattro semidiametri del foro stesso (1).

Chi mai però crederebbe che le due belle ipotesi del Grandi e del Poleni dovessero subire anch'esse il destino di tutte le cose mortali, quello di dar luogo ad altre?

Venne chi disse, non esservi nulla di maraviglioso nell'assottigliamento della vena, il quale non procede già in alcuna guisa nè dal creduto intreccio, nè dall'amplesso de' fili acquei, ma sibbene da quella maggior velocità che acquista naturalmente l'acqua quando è uscita dal foro, e si accelera con la libera caduta. Allora essa non fa che seguir la legge che abbiamo a lungo considerata nella Prima Parte, quella cioè di assottigliarsi, e scemar di corpo quanto cresce di moto (2).

---

(1) Newton, *Princ. philosoph. Nat., lib. 2, tr.* 3.
Pol., *Delle pesc. e cater., n.* 77 *e* 84.
Bernard, *Nov. Princ. d'Hydraul., n.* 24.
Michel, *Sper. Idraul., tom.* 1, *n.* 60 *e* 91.
Secondo il Bossut i diametri della vena e dell'orifizio sono come $\sqrt{2} : \sqrt{3} = \sqrt{24} : \sqrt{36}$, o sia prossimamente come 5 a 6.
Bossut, *Hydrodyn.*

(2) Parte Prima dell'opera presente, cap. IV.

Che se in qualche distanza dall'orifizio la vena ripiglia la prima dimensione, ciò nasce dalla resistenza dell'aria, ed anco dall' insinuarsi che fa questa per entro ai fili dello zampillo. Per altro senza siffatta opposizione del mezzo, e senza il frammischiarvisi dell'aria, la vena continuerebbe nel suo cadere ad assottigliarsi, e finirebbe in una punta, come fa cadendo nel vôto.

Ed ecco appunto la ragione, per cui tutti gli zampilli d'acqua, se cadono un po' dall'alto, si slegano, e si disfanno in una specie di pioggia; il fascetto de' fili acquei si scioglie allora per l'interposizione dell'aria. A questa ultima dunque noi siamo debitori, se le acque che cadono dal cielo si dividono in gocciole.

Noi avremmo altrimenti una pioggia con punte micidiali, che sfronderebbe per avventura ogni volta i nostri alberi e guasterebbe le nostre messi. Le stesse stille di rugiada, che scherzano nel mattino sulle foglie della rosa, diverrebbero nel cadere piccioli ed acuti strali che la ferirebbero crudelmente.

In questa guisa caddero, e molto perdettero di riputazione, le due leggiadre ipotesi del Grandi e del Poleni, su la contrazion della vena (1).

Egli è quasi non credibile, quale sia stata, dopo il Torricelli, per più di un secolo, come ho accennato di sopra, la frega e la smania generale di tutti i fisici d'Europa pér gli zampilli e filetti d'acqua, e quanto seriamente si disputasse e si scrivesse, per una linea di più o di meno che si avesse voluto dare al diametro della vena contratta. Forse non tanto si disputò e si scrisse, per fissare i due diametri della terra. Egli è però a torto che la Foronomia fu da taluno chiamata un giuoco da fanciulli, ed un vano trastullo. Quand'anche non ne sia derivato all'Idraulica tutto quel bene che i Foronomisti si promettevano, saranno però sempre lodevoli e benemeriti gli

(1) Lorgna, *Teor. Fis. Mat. del moto de' liqu.*, *cap.* 4, *n.* 43.

Brunacci, *Vedi le sue esperienze riferite nel Gior. di Fisica, ecc.*, *compilato dal pr. Brugnatelli, negli anni antecedenti*, *e riprodotte nel volume CCVIII di questa* Biblioteca Scelta.

sforzi che fecero per giovare alla scienza dell'acque, e per tentar di scoprire anche in ciò la natura, quella matrona così ritrosa e severa, la quale si avvolge in tante vesti, e in tanti veli che ben felice sarebbe colui che potesse giungere a sorprenderla, anche per un solo istante, succinta.

Un altro curioso fenomeno si è pure osservato nell'eflusso dell'acqua dai pertugi dei vasi, ed è, che molto più di fluido esce in pari tempo da una luce armata di qualche tubo, di quello che sia da una semplice ed ignuda.

Parrebbe, a dir vero, che l'aggiunta dei tubi dovesse accrescere il soffregamento e la resistenza, e quindi scemare l'efflusso. Ma pure gli sperimenti fatti dal Mariotte, dal Poleni e da molti altri fisici illustri, provarono il contrario.

Essendosi applicate al pertugio di un vaso varie figure di tubi, ora cilindrici, ora quadrati, o conici troncati o cicloidali, o d'altre forme, si trovò sempre che gli efflussi prodotti da questi erano maggiori di quelli che

procedevano in tempo pari dalla bocca libera dell'orifizio (1).

L'acqua, si è detto da taluno per ispiegar questo fenomeno, lambisce e segue volentieri la superficie tersa e polita de' corpi; e noi veggiamo che appressando la palma tesa della mano ad un pispino o filo d'acqua che schizzi da tenue pertugio, ed allontanandola poscia a bel-l'agio, esso pure declina e si torce un poco dalla sua direzione per seguitar la mano che si ritira.

Per questo appunto si attaccano i vapori, e le parti umide dell'atmosfera ai marmi ed ai bronzi, in guisa che si veggano essi gocciolare talvolta, o sudare, come il volgo dice e giura. È dunque da credersi che le pareti

(1) Poleni, *Epistol. Fascic.*, *Pat.* 1728. *Idem delle Pesc. e Cater.*, *n.* 89.

Mariotte, *Mouv. des eaux.*

Michel., *Sper. Idraul.*, *cap.* 6, *n.* 80.

Zend., *Leggi e fen.*, *ecc.*, *cap.* 2 *e* 3.

Bernard., *Nouv. princ.*, *n.* 28.

Delanges, *Mém. della Soc. Ital.*, *tom. XIII*, *part. I.*

lisce de' tubi abbiano la virtù di attrarre una maggior copia d'acqua (1).

Ma un' altra ragione pare la più probabile. Ho già detto che i fili acquei discendenti nel vase per uscir del foro, giunti che sieno ai confini del gorgo, si piegano verso il pertugio. Formando eglino quindi un angolo, è forza che vadano ad incontrarsi appena usciti, si urtino e si ritardino a vicenda. Ora il tubo non solamente rintuzza, e scema in parte cotesti cozzamenti de' fili, ma gl' invita pure, e gli astringe bellamente a prendere e continuare una direzione più concorde e più favorevole all'efflusso. Il tubo è il conciliatore, per dir così, dei contrasti, e degli opposti movimenti de' fili. Necessaria è però sempre

---

(1) L'acqua ha genio, dirò così, di seguire le interne pareti de' cannelli, ecc.

Pol., *Lettera al Marinoni Matem. sopra alcuni sperim.*, ecc.

On trouve l'explication de l'effet que produisent les tuyaux additionnels, lorsqu'on réfléchit sur l'adhérence que l'eau peut contracter avec les corps polis qu'on lui présente, etc.

Bern., *Nouv. princ.*, n. 30.

una certa discrezione nella lunghezza de' tubi, poichè altrimenti evitar non si potrebbe ciò che sempre nasce da un lungo attrito, il ritardo (1).

Anche la sola interna conformazione degli orli del foro si è trovata efficace a promuovere l'efflusso, poichè se sia quello un po' scavato ed allargato interiormente, a foggia di trombetta, o di labbra aperte verso il gorgo, e formi in cotal modo una specie di breve imbuto, l'acqua ne sgorga con molto più di abbondanza; tanto è vero che tutto corre dietro a ciò che lo asseconda e piaggia.

Ma che dico? Anche la forma, anche la posizione stessa del vase può confluir ad agevolare l'efflusso.

Le sperienze fatte mostrarono che i vasi

---

(1) Finalmente pe' nuovi aumenti di lunghezza ne' cannelli n'avviene che sminuiscasi la copia di acqua ch'esce. Id. Pol. *delle Pescaie, ecc. n.* 69.

Les tuyaux doivent être toujours courts. Sans cette précaution le frottement de l'eau contre les parois diminuerait sa vitesse, etc.

Id. Bern., Ibidem, n. 37.

conici, parabolici o emisferici, data la medesima capacità, ed una luce uguale, si vôtano più facilmente de' cilindrici, dei parallelepipedi o de' cubi. E parlando del medesimo vaso, il prisma si vôta più presto per il taglio che per il lato, e la piramide più per la punta che per la base, e la coppa emisferica chiusa più per la cima che per il fondo, sicchè sempre più apparisce che l'interna convergenza ha un non so che d'invitamento e di lusingheria per provocare l'efflusso (1).

Quindi almen dubbia, se non fallace, mi pare la dottrina del Poleni sulla derivazione e distribuzione dell'acqua de' fiumi.

Si sa che a tal oggetto si usa fare in qualche paese nella sponda del fiume una larga apertura, dalle di cui estremità partono due lati convergenti, o sien essi di pietra, o d'altra materia, che vanno a terminare in una

(1) Dan. Bernoul., *Hydrodyn. sect.*, 1 et 2.
Stancari, *Opusc. Post.*, *Tratt.* 3.
Grandi, *Movim. dell'acque*, *cap. IV.*
Venturoli, *Elem. di mec. e d' idraul.*, *lib.* 2, *cap.* 16 e 17.

bocca più ristretta, per cui passa l'acqua nel condotto. Lo spazio che v'è fra questa bocca e l'apertura verso il fiume, chiamasi dal Poleni assai propriamente *l'adito*, essendo di fatto una spezie d'atrio o vestibolo del condotto.

Or pensa quel dotto fisico, non doversi guari tener conto nè dell'ampiezza dell'atrio, nè della convergenza de' lati, e solo doversi aver riguardo alla misura della bocca che lascia passar l'acqua.

Ma egli è naturale che qualora l'acqua sia, per dir così, chiamata ed invitata ad entrarvi, ne passi una quantità maggiore. Perciocchè il fiume in tal circostanza fa l'uffizio d'un vaso, e la bocca, tramandante l'acqua nel condotto, fa quello di una luce praticata appunto nella parete del vaso. L'adito poi è una specie di breve imbuto applicato internamente alla luce. Ora cotal forma di bocca, con le labbra aperte e rivolte verso l'interno del vaso, contribuisce mirabilmente a fomentare ed accrescere, come si è veduto, lo sgorgamento.

Ho perciò detto, quella dottrina per lo meno esser dubbia, perchè si oppone agli sperimenti

ed alla regola delle convergenze interne sempre propizie all'efflusso. Quindi mi sembra che non debba essere indifferente l'idrometra nemmeno sull'ampiezza dell'apertura, e sulla forma del vestibolo del condotto, e che assai più cauto e prudente sia l'avvertimento del Manfredi, quello cioè, che nella ripartizione dell'acque la figura degli aditi, delle pareti, delle bocche, degli orli, tutto insomma sia, quanto più si può, perfettamente uguale, simile e similmente posto (1).

Ma fra tutti gli esperimenti di Foronomia il più famoso, e che ha senza dubbio più di ogni altro influito a creare il celebre sistema della scala di velocità ne' fiumi, è quello che or passo a riferire ed esaminare.

(1) Manfr., *Annotaz. alla nat. de' fiumi del Guglielm.*

CAPO II.

Altre sperienze di Foronomia, e loro applicazione ai fiumi.

Tutti già sapevano ed avevano più volte osservato, che ne' vasi ripieni d'acqua, a cui si sien fatti di molti spilli a varie altezze, tanto più veemente ed impetuoso è lo sprizzo, quanto più basso e lontano dalla suprema superficie del fluido trovasi il pertugio. Ma non si era però mai pensato a determinar con esattezza, e con una regola certa la proporzione che aver potesse la quantità dell'acqua uscente con le diverse altezze di essa.

Si presero dunque de' vasi di legno, o cilindrici, o prismatici, e vi si scolpirono lungo le pareti più fori eguali, e ad uguali distanze, come son quelli a un dipresso che si veggono nel flauto.

Riempiuti poscia cotesti vasi d'acqua, e tenutili sempre pieni coll'aggiungerne ognora di nuova, e coll'avvertenza che ciò segua dol-

cemente, e senza cagionar impeti e movimenti convulsivi, i quali avrebbero potuto turbare la tranquillità e precisione dello sperimento, si cominciò a raccogliere ed a misurar l'acqua che usciva in un dato tempo da ciascuno de' fori.

Si venne con ciò, dopo molte e ripetute prove, a discoprire che le quantità dell'acqua uscente in tempi uguali dalle luci de' vasi erano come le radici delle loro altezze, cioè, che se i fori si trovavano, per esempio, distanti dalla superficie del fluido, come 1, 4, 9, 16, 25, la quantità dell'acqua uscita era come 1, 2, 3, 4, 5.

Ora perchè da un medesimo foro, o da fori uguali, scaturisca in pari tempo doppia o tripla quantità d'acqua, egli è chiaro essere necessario che sia doppia o tripla la sua velocità. Fu quindi giustamente concluso che anco la velocità dell'acqua uscente dai pertugi de' vasi era come la radice dell'altezza.

E siccome cotesta velocità proporzionata alla radice dell'altezza è appunto quella medesima che acquista un grave cadendo real-

mente dalla detta altezza, come dimostrarono il Galileo, l'Ugenio ed altri, così fu stabilito per uno de' canoni di Foronomia che l'acqua esce dai pertugi de' vasi con quella velocità che avrebbe acquistata in cadendo effettivamente dall'altezza del vaso (1).

Il primo a tentar queste sperienze fu Raffaele Maggiotto al principio del secolo diciassettesimo.

Venne appresso il Torricelli, quell'abile aerometra ed idrometra insieme. Egli rifece lo sperimento, e ne addusse pure una dimostrazione geometrica, la quale però non fu trovata soddisfacente.

Poscia il Mariotte in Francia con più accurati tentativi confermò la regola soprindicata.

Ma quelli che diedero la maggior celebrità e fama a questo sperimento, furono il Guglielmini sulla fine del secolo stesso, e il Poleni al cominciar del secolo scaduto. Essi lo eseguirono con solenne apparato, ed alla pre-

(1) Guglielm., *De aquar. fluent. mens.*, *lib.* 2. Grandi, *Del movimento dell'acque*, *lib. II*, c. 1.

senza di uomini dottissimi, poichè all'uno intervennero in Bologna il Pepoli e il Donelli, ed all'altro in Padova il Vallisnieri, il Morgagni, e l'ultimo de' Bernoulli (1).

Non rimase allora più dubbio sull'autenticità del fatto, e quindi venne generalmente accolto il canone surriferito, cioè, che la velocità dell'acqua uscente dai piccioli pertugi de' vasi è prossimamente come la radice delle altezze. Ho detto piccioli pertugi, e si vedrà in breve il perchè.

Or era naturale che quegli uomini eccellenti volessero che questa scoperta non rimanesse un semplice oggetto di curiosità, ma tentassero di applicarla in grande a calcolare la velocità delle riviere. Ecco infatti come ragionarono.

La velocità dell'acqua ch'esce dai fori di un vaso inesausto, o sempre pieno, è come la radice delle altezze, o sia è pari a quella

---

(1) Polen., *Del mot. mis. dell'acque, lib.* 1. *Id. delle pesc.*, *n.* 44.

Zendr., *Leggi e fenom.*, *cap. IV*, *n.* 11.

Lecchi, *Idrost. esam.*, *part.* 1, *esame VIII.*

che acquisterebbe l'acqua cadendo dall'altezza del vaso. Ma un fiume può essere considerato come un vaso immenso che si vôta per una delle sue aperture, mentre per l'altra le fonti e i rivi gli somministrano un perenne alimento; dunque anche nei fiumi la velocità dell'acqua seguirà la legge stessa.

Questo è appunto il principio adottato dal Guglielmini nella prima opera sua *della misura dell'acque correnti*; questo fu quello ch'egli ha seguito nell'altra grand'opera *della natura de' fiumi*. Quindi venne la dottrina della tanto decantata scala di velocità, di cui parleremo in appresso.

Ma prima giova indagare, se la famosa regola Torricelliana possa esser vera in ogni condizione del vaso.

Certo è che gli sperimenti fatti da quei chiari Idraulici si eseguirono con tenui pertugi. Il Torricelli adoprava luci un po' maggiori della pupilla umana. Anche il Mariotte fece le sue sperienze con fori di picciol diametro in confronto della capacità del vaso, benchè per altro fossero maggiori di quelli

del Torricelli. Le luci usate dal Guglielmini avevano all'area circolar del suo vase la proporzione di uno a novemila circa. Il Poleni non si scostò guari dall'esempio de' suoi predecessori. Il Michelotti accrebbe, a dir vero, le luci della sua torre, appositamente costrutta e faciente l'uffizio di un vaso; poichè portolle al diametro di uno, di due e di tre pollici. Ma però ancora era grande il divario fra queste luci e l'ampiezza del suo recipiente, il che diede motivo a molti celebri uomini di eccitare quel valente osservatore ad estendere i suoi sperimenti anche sopra maggiori aperture (1).

Dilatò egli di fatto una delle luci fino al diametro di sei pollici, ma pochissime furono le sperienze fatte con queste luci, ed inoltre aveva essa pur anco una troppo picciola proporzione con la insigne capacità della torre, sicchè rimasero i dotti nel desiderio e dubbio primiero.

Egli è appunto nel solo caso di tenui zam-

---

(1) Michel., *Sperim. idraul.*, *tom. II*, *disc. III.*

pilli a paragon della massa contenuta nel recipiente, che può aver luogo la regola Torricelliana summentovata.

Per intenderne la ragione, immaginiamoci di aver sotto gli occhi un vaso perforato nel fondo, e tenuto sempre pieno. Egli è chiaro che la colonna dell'acqua incombente al foro è spinta fuori da due forze; da quella, cioè, della propria gravità e dalla pressione delle altre parti dell'acqua, che tendono ad uscire per l'apertura medesima. Or questa seconda forza della pressione dee farsi, e si fa realmente via via minore, a misura che si va dilatando il pertugio. Qui è veramente dove ho bisogno di esempj per ispiegar, come vorrei, questo fenomeno.

Se in un recinto pieno di popolo siavi un picciol uscio, che non permetta il passaggio se non ad uno solo la volta, e ciò non ostante tutti si sforzino di uscire, non v'ha dubbio che il primo ch'esce sarà cacciato e spinto da tutta la gente che ha d'intorno. Ma se più larga porta lasci passare que'che son entro a quattro a quattro, a sei a sei, ad otto ad otto,

allora chi esce sarà pressato certamente assai meno. E se finalmente tutto spalancar si possa il recinto, uscirà ognuno liberamente e senza essere incalzato e premuto da que' che gli sono a' fianchi e alle spalle.

Così appunto se il fondo di un vaso si concepisca diviso in molte parti uguali, per esempio, in cento, e vi si faccia un foro pari ad una di esse, la colonnetta d'acqua, che scappa dal pertugio, sarà spinta e cacciata dalle novantanove colonnette laterali e circonfuse, le quali parimente tendono ad uscire. Essa vi è spremuta e forzata, come usava di esprimersi il Galileo, a guisa del nocciolo d'una ciliegia, che scappa dalle due dita che lo stringono.

Ma se si allarghi la luce del vaso in modo che occupi dieci delle cento parti del fondo, o sia che agguagli il decimo del fondo stesso, il cilindro, o prisma d'acqua sarà cacciato fuori senza dubbio con forza minore, e ciò per doppio motivo, e perchè si sono diminuite di numero le colonnette prementi, le quali ora non restano che novanta, e perchè il prisma d'acqua ch'esce è ora divenuto più forte, es-

sendo dieci volte maggior del primo zampillo, e quindi meno risente l'azione delle parti circonvicine.

Finalmente se il foro pareggi tutta l'area del fondo, o sia, ciò ch'è lo stesso, se il fondo si concepisca tolto in un baleno ed annichilato, l'acqua del vaso non sarà più in alcun modo pressata e sospinta, ma rimasta tutta libera comincerà a discendere come ogni altro corpo lasciato in balìa di sè stesso. La sua velocità nel primo istante della discesa, ch'è la sola appunto di cui si parla, sarà picciola, com'è quella di un frutto maturo nell'atto primo, che da sè stesso si spicca dal ramo della pianta, o com'è quella di una palla nell'istante di aprir la mano in cui si teneva.

Ciò forse ancor più chiaramente spiegar si potrebbe, s'io non erro, con l'aria, ch'è certo un fluido anch'essa.

Se nell'uscio di una stanza chiusa, dove sia stato acceso un gran fuoco, trovisi a caso un rotto, o un pertugio, vi si ode, come ognun sa, un certo ronzìo, o piuttosto un fischio, qual è quello del vento adirato. Ciò altro non

è che uno zampillo d'aria, la quale dal vaso immenso dell'atmosfera entra con impeto pel picciol foro a rimettere l'aria consunta dalla fiamma. Che se tutto l'uscio si apra della stanza, l'aria v'entra bensì, ma placidamente e senza sibilo alcuno, perchè non vi è cacciata dalle infinite colonne circostanti, che prima volevano tutte passar per lo pertugio.

Egli è dunque manifesto che la massima velocità iniziale (notisi bene, lo ripeto, che di essa si parla, e non dell'altra che cadendo può acquistar l'acqua con l'accelerazione, dopo ch'è uscita) che, dico, la massima velocità iniziale quella sarà de' più sottili getti zampillanti da tenui pertugi, perchè allora vi concorre insieme con la propria gravità il maggior grado possibile di pressione esercitata da tutte le altre parti dell'acqua; che questa velocità incipiente si fa sempre minore a grado a grado, secondo che si va di mano in mano ampliando il foro, perchè si va scemando eziandio proporzionatamente la forza e il numero delle parti prementi; che in fine questa velocità del primo istante dell'uscita si trova

esser minima nelle grandi aperture che adeguano il fondo, perchè, cessando in tal caso del tutto la forza della pressione delle parti circonfuse, non rimane che quella della propria gravità, la quale, sia nell'acqua, sia in ogni altro corpo, non può aver nel primo istante della discesa che un grado di moto poco sensibile.

Il Newton fu il primo che con i soli tre dati conosciuti dell'altezza del vaso, del fondo e del foro, ci diede una formola semplicissima per esprimere e rinvenire la velocità dell'acqua uscente in tutti i casi, e in tutte le combinazioni, dal massimo al minimo foro (1).

---

(1) Dicesi fondo *assoluto* tutta l'area del fondo, senza riguardo se il foro in esso praticato sia picciolo o grande: fondo poi *relativo* chiamasi quello che realmente rimane detratto il foro, sicchè se la luce è infinitamente picciola, allora il fondo relativo diviene uguale al fondo assoluto, e se la luce è massima, o sia pari al fondo assoluto, allora il fondo relativo sparisce, ed è uguale a zero. Or ecco la formola newtoniana.

Chiamando a l'altezza del vaso, y il fondo assoluto, b il relativo, v la velocità dell'acqua uscente, sarà $v = \frac{2\,y\,a}{2\,y - b}$.

Daniello Bernoulli ci lasciò egli pure nella sua Idrodinamica un'altra formola tendente al-

---

Or egli è chiaro, che se si ponga $b = y$, la equazione si risolve in $v = \frac{2ya}{y} = 2a$.

Se poi b sia $= 0$, allora l'equazione si risolve in $v = \frac{2ya}{2y} = a$.

Cioè, se il fondo relativo è pari al fondo assoluto, che è quanto dire, se la luce è minima, o infinitamente picciola, la velocità dell'acqua uscente sarà massima, e pari a quella che avrebbe acquistata, se fosse realmente caduta dall'altezza del vaso.

Se poi il fondo relativo è nullo, cioè se la luce è massima, ed occupa tutto il fondo del vaso, allora la velocità è minima, e pari a quella che ha ogni corpo nel primo istante della discesa.

Tenendo un'altra strada mi sono io pure abbattuto ad una formola non guari diversa, e che per la sua semplicità mi pare non immeritevole di un cenno.

Chiamando a l'altezza del vaso, b il fondo, c l'orifizio, x la velocità che si cerca, sarà sempre $x = \frac{2ab}{b+c}$.

Se l'orifizio sarà massimo, o sia uguale a tutto

l'oggetto stesso, la quale per altro da qualche matematico si giudica imperfetta (1).

Più esatta senza dubbio, e più felice, è quella che fu proposta dal Bernard ne' suoi nuovi Principj d'Idraulica (2).

Tutte però tendono a provocare, sia in un

---

il fondo del vaso, cioè se $c = b$, allora sarà $x = \frac{2\,a\,b}{b + b} = \frac{2\,a\,b}{2\,b} = a$.

Se all'incontro l'orifizio sarà minimo ed infinitamente picciolo, allora sarà $x = \frac{2\,a\,b}{b + 0} = \frac{2\,a\,b}{b} = 2\,a$.

Non solo poi nei termini estremi, ma eziandio negl' intermedj, e in tutta la serie delle dimensioni variabili dell'orifizio, si accorda questa formola perfettamente con quella del Newton; il che non si verifica nelle formole sopraccennate del Bernard e del Bernoulli, le quali danno dei risultati diversi, e tra loro e tra quelli della formola newtoniana, a riserva di pochissimi casi.

(1) Bernoul., *Hydrodyn.*, *sive de vir. et mot. fluid.*, *sect.* 1.

Scarell., *Phys. part. sect.* 37.

Bern., *Nouv. princ., etc. Disc. hist. et crit.*

(2) Bernard, *Nouv. Princ. d'Hydr.*, *n.* 15 *et suiv.*

Idem ibid., n. 152 et suiv.

modo, sia in un altro che la velocità incipiente dell'acqua ch'esce dai fori di un vaso, è massima nelle tenui, e minima nelle ampie aperture.

Sono le formole dell'algebra come quegli estratti, o elisiri che racchiudono l'essenza e la virtù di molti ingredienti, spogliati con la distillazione dalle flemme, dalle mucilagini, dalle parti terree e brutte, e ridotti alla massima semplicità e purezza. Non altrimenti l'algebra, dopo molte operazioni per separare le quantità superflue, o eterogenee che imbarazzavano il calcolo, ne ricava un estratto o formola semplice e breve, tanto più pregevole, quanto più si piega e si accomoda a tutti i casi e a tutte le combinazioni, in quella guisa appunto che l'elisire più s'apprezza, se conviene a più temperamenti e a più malattie.

Ma io m'allontanava, senz'avvedermene, dal mio istituto. Ritraendo dunque, mio malgrado, il piede dai limitari dell'algebra e della geometria, ritorno alle osservazioni ed all'esperienza.

Il Mariotte, osservatore diligentissimo, aveva notato ne' suoi sperimenti, che l'acqua uscente da una luce del diametro di sei linee riusciva spesso minore di quella che usciva da una luce di tre linee, avuto già sempre riguardo all'ampiezza delle luci. Ed avendo poscia ripetuto le prove con due luci aperte successivamente nel fondo di un vaso, l'una di 4, e l'altra di 12 linee di diametro, trovò ancora più notevole la minorazione dell'efflusso nella luce maggiore, poichè mentre la quantità di acqua, somministrata da questa seconda, doveva esser nonupla della prima, non giunse ad essere che otto sole volte maggiore (1).

Prevenuto però quel chiaro uomo per la dottrina Torricelliana cercava di spiegar questo fenomeno col dire, che le parti dell'acqua che sono alla periferia del vaso, dovendo fare un viaggio più lungo per andar a trovare il

---

(1) *On a toujours trouvé que le grand trou, qui, selon la première règle, devait donner 9 fois autant que le petit, n'en donnait que huit fois autant, etc.*

Mariot, *Mouv. des eaux*, *Part. III*, *Exper.* 3.

foro maggiore, divenivano più tarde e più scarse nell'uscita (1).

Ma certamente prendeva egli un errore, perchè le parti dell'acqua che stanno alla circonferenza del vaso sono tanto meno lontane dal foro, quanto più questo s'ingrandisce, ed occupa una maggior porzione del fondo, ben chiaro essendo, che il foro, col dilatarsi, sempre più si approssima ad esse. Se voi vi trovaste non lungi da una voragine, e questa si andasse sempre più dilatando, non diverreste voi ad essa più vicino, e non fuggireste? Non solo dunque il motivo addotto dal Mariotte per giustificare il minor efflusso della più ampia luce non gli era favorevole, ma si rivolgeva ben anzi contro di lui, e in vece di provare la diminuzion dello sgorgo, ne induceva piuttosto la necessità d'un aumento.

---

(1) *Ce qui retardait l'écoulement, était, que dans la grande ouverture l'eau supérieure ne pouvait venir aussi vîte qu'il eût été nécessaire, au lieu que dans la petite ouverture il suffisait d'une distance d'un pouce de tous côtés, etc.*

Idem ibid., part. III, disc, 3, exper. 3.

La vera cagione, per cui i primi foronomisti non si accorsero di questa legge della natura, ella è, perchè, facendo essi le proprie sperienze, come ho detto, con piccioli pertugi, non potevano avvisarsi bene delle differenze, le quali non si rendono notabili ed insigni, se non quando si confrontano tra loro gli efflussi delle minute e delle più larghe luci.

Ma negli sperimenti da me istituiti con fori, che giungevano perfino ad esser tra loro come uno a milledugentonovantasei, e che, rispetto al fondo del vaso, cominciavano coll'essere più di cinquemila volte minori, e finivano col pareggiare la quarta parte del fondo stesso, si è reso manifesto e visibile che lo sgorgo dell'acqua quanto più cresce la luce, tanto più si va in proporzion diminuendo, come vedremo partitamente a suo luogo (1).

Per altro molti matematici e fisici illustri, o mossi a ciò fossero da osservazioni e sperienze, che non ci sono pervenute, o fossero guidati dal proprio sagace accorgimento, du-

---

(1) Vedi cap. XII di questa seconda Parte.

bitarono sempre dell'enunciato canone di foronomia.

Il Papino fu il primo a proporre un tal dubbio, che i foronomisti italici e francesi non poterono mai risolvere adequatamente (1).

Quale sia stato il sentimento di Newton e di Daniello Bernoulli, l'abbiamo già di sopra veduto. Non è guari dissimile quello del Mac-Laurin, del d'Alembert, del Riccati, del Zanotti, del Boscovich e d'altri (2).

Il Poleni, tuttochè fautore ardentissimo

---

(1) Atti degli erud. di Lipsia, an. 1692.

Guglielm., *Lettere idrostat. al Magliabecchi.*

Fontenel., *Éloge de Guglielm.*

(2) *Manet allatam conditionem esse veram sub conditione quod foramen, ratione habita amplitudinis vasis, sit valde exiguum, et tamquam infinite parvum physice haberi possit, etc.*

Scarel., *Phys. Particul. de Hydrodyn. Bernoulliana, part. I, cap. II.*

D'Alembert, *De l'équil. et mouv. des fluid., chap. II, probl. 4, corol.* 3.

Bernard., *Nouv. princ. d'Hydraul., n.* 15, 16.

Mac-Laurin. *Traité des flux, lib.* 2.

Cocoli, *Dissert. coron dell'Accad. di Mant., part.* 3, *n.* 76.

della dottrina foronomica, pure ingenuamente dichiara esser mestieri per trovarla vera che picciole sien le luci in confronto dell'ampiezza de' vasi (1).

Lo Zendrini parimente, avvegnachè uscito dalla medesima scuola, mostrava di avere pochissima fiducia nell'applicazione ai fiumi delle leggi dell'acqua uscente dai pertugi de' vasi (2).

Non diversamente pensavano il Castelli, il Barattieri, il Montanari e il Cassini, come avrò motivo di far vedere a suo luogo (3).

---

(1) Ed acciocchè si possa conoscere questa insigne proprietà dell'acqua, è necessario che piccioli siano li diametri de' fori, ecc.

Pol., *Del moto misto dell'acqua*, *lib. I.*

(2) La maniera di calcolare la velocità de' fiumi con l'analogia de' vasi riesce, se non ideale, certamente poco adattabile alla pratica, ecc.

Zendr., *Leggi e fenom.*, *cap. IV*, *n.* 1.

(3) Vedi cap. V di questa seconda Parte. Le recentissime sperienze del cav. Bonati, pubblicate nel tomo XV delle Memorie dell' illustre Società Italiana delle Scienze meritano di essere ripetute, tanto più che sembrano in contraddizione con altre precedenti di quel chiarissimo e benemerito Idraulico.

Or dunque, se il famoso canone Torricelliano sulla velocità dell'acqua uscente dai fori de' vasi non è vero, come si è dimostrato, se non nel solo caso de' tenui pertugi, come può ragionevolmente applicarsi alla velocità dei fiumi liberi ed aperti? E quando pur fosse vero anche negli altri casi, come mai sarebbe ragionevole il dedurre i moti de' rapidi torrenti e delle vaste riviere, da un getto d'acqua, ch'esce pei fori d'un vaso? Come si potrebbe a buona equità paragonare uno zampillo al Danubio che dalla Foresta Nera al Ponto Eusino scorre per mezzo ad una delle più grandi vallate dell' Europa, che riceve più di quattrocento e cinquanta fiumi e rivi, conosciuti e nominati; che cammina sopra piani così variamente declivi, ora precipitoso fra rupi e gole di montagne, ora maestoso per vaste e feconde pianure, ora serpeggiante e diramato fra isole, ch'egli stesso ha formate, e che abbraccia quasi compiacendosi dell'òpera sua; ora superbo e disorbitante per immoderate piogge, o funesto e terribile per gli immensi rottami di ghiaccio, con cui abbatte

ponti e ripari; talvolta invitato e sollecitato dalla placida e bassa superficie del Mar Nero, talvolta rifiutato e respinto indietro dai flutti tempestosi, e da barriere d'immense sabbie e d'arene che il mare stesso gl'innalza contro le foci? Le differenze son troppo enormi fra uno zampillo e l'Istro, perchè le nostre regole di foronomia, quand'anche fossero sempre vere ne' vasi, potessero giustamente applicarsi al corso di quel gran fiume.

Figlia della foronomia è appunto la famosa teoria della scala di velocità nell'acque correnti, ch'ora è omai tempo di vedere e di esaminar da vicino.

CAPO III.

Teoria della scala di velocità ne' fiumi, e suo esame.

" Un fiume, dissero i Foronomisti, può con-
" siderarsi diviso in molti strati d'acqua,
" uguali e sovrapposti l'uno all'altro.

" Qualunque però sia il numero di cote-

" sti strati, certo è che il secondo sarà pre-
" muto e spinto dal peso del primo, il terzo
" da quello del primo e del secondo, il quarto
" da tre, il quinto da quattro e l'ultimo da
" tutti gli strati superiori a lui.

" Se, per esempio, il Po abbia l'altezza
" di dieci piedi, e si supponga diviso in al-
" trettanti strati, ognuno dell'altezza di un
" piede, il decimo strato sarà sospinto dalla
" pressione dei nove strati soprincombenti,
" il nono da otto, l'ottavo da sette, e così
" successivamente. Quindi lo strato più basso
" sarà pure il più veloce, l'altro che gli sta
" di sopra lo sarà un po' meno, e così a grado
" a grado, andando dal basso all'alto, si farà
" una serie o scala di velocità sempre mi-
" nore, finchè si giunga alla superficie, la
" quale, non avendo alcuno strato e peso di
" acqua sopra di sè, che la solleciti e sproni,
" dovrebbe quindi trovarsi senza moto sen-
" sibile (1).

---

(1) È chiaro la velocità del fondo essere la massima: le altre sempre minori quanto più vicine alla superficie.

" Che se anch'essa viene ad avere un qual-
" che movimento, ciò è solo perchè il con-
" tatto e l'aderenza delle parti dell'acqua fa
" che le inferiori comunichino una porzione
" della velocità loro anco alle superficiali, e
" le traggano seco. Quindi la superficie, la
" quale agli occhi del volgo fa una gran com-
" parsa, e sembra che muova tutto il fiume,
" è intieramente debitrice del suo moto alle
" acque inferiori, che non si veggono. Nè
" solo in idraulica v' ha esempi che taluno
" faccia gran figura quando tutto il merito
" è d'altrui.

" V'è dunque una scala di velocità in ogni
" fiume, massima verso il fondo, media verso
" la metà, minima alla supeficie. Ho detto
" verso il fondo, perchè le parti dell'acqua,
" immediatamente contigue ad esso, debbono
" senza dubbio alquanto ritardarsi per l'at-
" trito che soffrono; ma ciò non porta per
" altro un grande sconcerto ed inciampo alle
" vicine, giacchè l'acqua soffermata negl'in-

Guglielm., *De aquar. fluct. mens.*, *lib.* 2, *p.* 3.
Idem Ibidem, lib. 3, prop. 2.

" terstizi delle asprezze ed ineguaglianze del
" fondo, vi forma una specie di letto piano
" e liscio, sul quale poi sdrucciolano agevol-
" mente gli strati superiori, come corre ce-
" lere un traino sul ghiaccio o sulla neve (1).

" Cotesto letto d'acqua sdrajata e stagnante
" non si dee considerare nel calcolar l'altezza
" del fiume, non tenendosi conto se non di
" quella che si chiama viva, cioè di quella
" che trovasi in moto, e che agevolmente
" smuccia, come si è detto, sul piano d'acqua
" molliccico e bellamente disteso fra le asprezze
" del fondo.

" Dunque ogni fiume ha tante correnti e
" tante velocità, quanti sono gli strati, nei
" quali piace dividerlo, cosicchè se potessimo
" discendere con barchette, e viaggiare a di-
" verse altezze di una riviera, noi cammine-

(1) Avremo un piano perfettamente liscio, sopra cui l'acqua senz'alcun intoppo scorrerà libera, non potendo aver letto più piano di quello che le viene spianato dall'acqua inferiore fra la disuguaglianza del terreno.

Grandi, *Mov. dell'acque, lib. 2, prop.* 34.

" remmo a bell'agio sulla superficie, con più
" sollecitudine nel mezzo, con molta rapidità
" verso il fondo.

" Perciocchè se la scala delle velocità dal-
" l'alto al basso fosse come la serie de' nu-
" meri progressivi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,
" noi a galla faremmo, per esempio, una lega
" l'ora, nello strato che vien dopo, due le-
" ghe, nel terzo tre, ne correremmo cinque
" nel mezzo e nove verso il fondo.

" Il primo strato sarebbe senza dubbio per
" gli ammalati, per gl'ipocondriaci e per noi
" altri curiosi che vogliamo andar osservando
" e ragionando sopra tutto, comprendendo
" assai poco; gli strati che succedono sareb-
" bero per gli affaccendati, pei trafficatori e
" per gli amanti che vanno a vedersi; gli
" ultimi pei corrieri, pei debitori e per quelli
" che fuggono di prigione.

" Nè punto è maraviglia che la massa di
" un fiume si muova ne' varj suoi strati con
" velocità diverse. Ciò succede in tanti altri
" oggetti i più familiari, ai quali appunto per
" questo non facciamo riflessione.

" Una ruota che gira, si muove con mas-
" sima velocità alla circonferenza, con me-
" diocre nelle parti di mezzo, con picciola
" presso il centro.

" Il nostro braccio, nell'alzarsi ed ab-
" bassarsi, si muove più all'estremità della
" mano che al gomito, e più in quest'ul-
" timo sito, che dove l'omero si unisce alla
" spalla.

" Così le donne, nell'aprire e chiudere il
" loro ventaglio, gli fanno descrivere ne' varj
" punti della sua larghezza innumerabili ar-
" chi concentrici, sempre maggiori l'uno del-
" l'altro, come fa pure il pavone spiegando
" la pomposa sua coda.

" E se ciò avviene ne' corpi solidi ed uniti,
" come dubiteremo noi che accader non possa
" e non debba, nell'acqua composta di parti
" cotanto mobili, cotanto minute e facili a di-
" sgregarsi ed a far causa da sè sole?

" Nulla poi tutte coteste velocità parziali,
" benchè varianti ad ogni punto dell'altezza
" del fiume, nulla, dico, impediscono che non
" si conosca la sua velocità totale. Basta rin-

" venire la velocità media, con la quale se
" si muovesse tutto il fiume, tant'acqua il
" medesimo scaricherebbe, quanta effettiva-
" mente ne smaltisce con tutte le sue velo-
" cità differenti, come ugualmente cammine-
" rebbe una nave, sia che facesse nel primo
" giorno 10 leghe, nel secondo 20, nel terzo
" 30, nel quarto 40, sia che in vece facesse
" 25 leghe al giorno, giacchè nell'un caso
" e nell'altro, in capo ai quattro giorni,
" avrebbe sempre percorse 100 leghe (1). ,,

Con questa norma, e dietro il già lodato principio di foronomia, che le velocità, cioè, dell'acque correnti sono sempre come le radici delle loro altezze, il Guglielmini dimostrò che il Danubio scarica nel Mar Nero 42 milioni circa di piedi cubici d'acqua per ogni minuto. Quasi con la regola stessa il Frisio calcolò la portata del Reno, della Samoggia, del Lavino e d'altri fiumi. E per agevolare siffatta operazione il Guglielmini or

(1) Guglielm., *Mis. dell'acque correnti, lib.* 1, *def.* 7.
Grandi, *Mov. dell'acque, def.* 5 e 6.

ora menzionato, e il Grandi dopo di lui, ci lasciarono il corredo di certe tavole paraboliche, coll uso delle quali si può facilmente trovare ad ogni cenno la velocità dell'acque, e la portata di ogni fiume (1).

Ecco quella celebre dottrina delle pressioni e della scala di velocità de' fiumi, che fu indicata prima di tutti dal Galileo, e poscia solennemente professata dal Torricelli, dal Guglielmini, dal Grandi, dal Poleni, come pure dal Varignon, dal Pitot, dal Bossut e da altri idraulici famosi, sia sulle sponde dell'Arno e del Po, sia su quelle del Rodano e della Senna.

V'ebbe però un drappello di altri uomini non meno illustri, i quali osarono di chiamar a disamina ed a censura cotesta dottrina, malgrado la sua fama; nè mancarono eziandio di quelli che l'hanno riguardata come una bella illusione.

Se si verificasse, dissero alcuni, che le acque

(1) Guglielm., *De aquar. fluent. mens., lib. VI.* Frisio, *De' fiumi e torrenti, lib. 2, cap. 1.* Grandi, *Mov. dell'acque. Tav. parab. al cap. VI.*

de' fiumi corressero assai più veloci verso il fondo che alla superficie, non v'ha dubbio che vi si formerebbe nel mezzo una cavità, od un grande infondibolo progressivo, come quello che abbiamo di sopra veduto formarsi in un vaso, allorchè l'acqua sgorga con furia da una larga apertura praticata nel fondo. Perciocchè sottraendosi rapidamente per di sotto gli strati inferiori dell'acqua molto più veloci dei superiori, rimarranno questi privi di sostegno, e dovranno quindi sprofondarsi, e cadere al basso, formando una specie di cuna.

Non sarebbero, a dir vero, senza la loro comodità e diletto, questi fiumi fatti a cuna, ove ci parrebbe di trovarci come nel fondo di una valle, con belle costiere d'acqua da una parte e dall'altra. Ma tanto è ciò lungi dal vero, che anzi la superficie de' fiumi è spesso più alta e quasi ricolma in sul mezzo, dove il filone si solleva e grandeggia per modo che piegandoci a terra sopra una delle sponde, e traguardando coll'occhio a livello di essa, noi troviamo impedita dal colmo del fiume la vista dell'opposta ripa.

Anche l'imbarazzo, o piuttosto l'incoerenza, in cui si trovano ad ogni passo i Foronomisti, mostra chiaramente la debolezza della loro teoria. Second'essi ora la scala della velocità sussiste, ed ora non sussiste.

Corre un fiume sopra un piano inclinato? Allora la scala non ha luogo, perchè la pendenza imprime all'acqua una velocità maggiore di quella che potrebbe darle la pressione. Rimane in tal caso quest'ultima senza effetto, in quella guisa che un corpo più tardo, il quale insegue un altro più veloce, non fa sopra di esso azione alcuna, nè può sospingerlo ed accelerarlo, perchè non può mai raggiungerlo (1).

Cammina all'opposto il fiume lentamente e sopra un piano quasi orizzontale? Allora tacendo la forza della pendenza, subentra la scala delle pressioni e delle velocità, come quando sul mare, cessando il vento, si dà

(1) *Velocitas non augetur tunc pressione aquae superincumbentis eodem modo ac corpus insequens in antecedens celerius motum agere non potest. S. Gravesand*, El. Phys., lib. 1, cap. 10.

di piglio ai remi per cacciare innanzi la barca. (1).

Ma questa maniera di ragionare non è da molti approvata. La scala delle velocità, secondo essi, non debb'essere un ripiego riservato soltanto pei casi, nei quali crede l'idraulico di averne bisogno per sostener l'onore del proprio sistema. S'è legge di natura, questa debb'essere sempre attiva, o sia più tardo, o più veloce il fiume, siccome un carro pesante non cessa di gravitar sul terreno, benchè si faccia marciar sollecitamente (2).

Crebbe ancora più il dubbio in alcuni per la manifesta contraddizione che parve loro di riconoscere fra questa teoria della scala, e il gran principio già spiegato nella prima Parte,

(1) Dette due cause non operano unite, ma solo per la ragion della prevalenza, ecc.

Guglielm., *Nat. de' fiumi*, *lib.* 4, *reg.* 7.

Belidor copiando il Guglielmini dice: *Ces deux causes n'opèrent point ensemble, mais à raison de la plus grande force*, *etc.* Archit. Hyd., vol. I.

(2) Belgr., *Dissert. sopra i torrenti.*

Bern., *Nouv. princ. d'Hydraul.*, *Dis. prélim.*, *hist. et crit.*

che nelle sezioni de' fiumi permanenti le velocità sono in ragione inversa del corpo dell'acqua (1).

Pognamo, per esempio, due sezioni in un fiume di larghezza pari, ma in una l'altezza sia 4, nell'altra 1, cioè sia la prima quattro volte maggiore della seconda.

Ora, per il testè indicato principio, egli è innegabile che la velocità della prima sezione sarà tanto minore, quanto il suo corpo d'acqua è maggiore; ed all' incontro nella seconda tanto sarà maggiore la velocità, quanto reciprocamente è minore il corpo dell'acqua, altrimenti non ne passerebbe più per ogni punto del fiume la quantità medesima, ed il fiume più non sarebbe permanente contro la supposizione. Dunque sarà nel nostro caso la velocità della prima sezione come 1, e la velocità della seconda come 4.

Ma per la teoria or ora spiegata de' Foronomisti la velocità dell'acqua è sempre come la radice delle altezze, e perciò nell'addotto

---

(1) Parte prima, cap. IV.

esempio quella prima sezione è come 2, radice di 4, e quella della seconda come 1. Dunque la velocità di queste due sezioni saranno tra loro nello stesso tempo come 1 a 4, e come 2 ad 1, o sia la velocità della prima sezione sarà quattro volte minore, e insieme due volte maggiore della seconda, il che si vede quanto sia contraddittorio ed assurdo.

Chi può negar d'altronde che l'acqua non incontri sul fondo mille resistenze ed ostacoli, e quindi non soffra un grave attrito e ritardo?

Ora ciò non può far a meno di non ritardare a grado a grado anche gli strati superiori, a cagion dell'aderenza che v'è fra le parti del fluido, aderenza riconosciuta eziandio dai Foronomisti, i quali da essa ripetono appunto il movimento della superficie, come si è poc'anzi veduto.

Ancorchè dunque si volesse concedere, il che però sarebbe sempre gratuito, che dalla superficie fino a un certo punto, per esempio fino al mezzo, potesse andar crescendo la velocità degli strati, egli è necessario che da quel punto in giù sino al fondo, la velocità

si vada gradatamente minorando, di modo che le corde dell'arco, o le ordinate della curva esprimente questa velocità, in vece di formare, per esempio, una serie di numeri progressivi sempre crescenti, come 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, ne faranno un'altra che ritornerà indietro, e si ripiegherà in sè stessa, come sarebbe questa 1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 2, 1, o qualche altra consimile (1).

Se anche dunque in sul principio e nei primi strati del fiume, avessero motivo i Foronomisti di compiacersi del loro sistema, rimarrebbero però sempre in progresso e verso il fondo, mortificati e delusi. Essi farebbero come quel pazzo di Greco, che misurava la sua gloria e possanza dalla propria ombra, e perciò in sul mattino, veggendo l'ombra sua molto più lunga del corpo, si compiaceva

(1) In tal caso l'arco comincerà a discostarsi dall'asse, indi allontanatosi sino ad una distanza massima, si ripiegherà in dentro, e forse in fondo arriverà ad esso, o si butterà indietro con movimento retrogrado.

Lecchi, *Idrost. Esam.*, *par.* 2, *Es.* 2.

estremamente, e si pavoneggiava per tutte le strade, ma verso il mezzodì, quando si alzava il sole e s'impiccioliva l'ombra, egli perdeva la boria, e correva ad appiattarsi.

Egli è appunto per queste ragioni che fu creduto da molti un sogno quello di voler applicare la parabola al corso dell'acque negli alvei de' fiumi (1). Egli è per lo stesso motivo che le tavole paraboliche ed idrometriche del Guglielmini e del Grandi sopraccennate si trovarono in pratica per lo più discordi del vero (2).

Ma ciò che più di tutto ha rappicciolita la fiducia che avevasi nella teoria della scala di velocità, egli è che per quanti tentativi siensi fatti sinora sopra i fiumi, non ve n'è alcuno,

---

(1) Sarebbe veramente un poetico fingimento il pretendere di voler raffigurare la somma delle irregolarissime velocità di ciascuna sezione de' fiumi col simbolo del solido parabolico del Grandi e del Guglielmini, ecc.

Lecchi, *Idrost. esam.*, *par.* 2, *esam.* 3.

(2) Secondo anche il sentimento del Manfredi la tavola del Guglielmini è bisognosa di riforma.

Zendr. *Leggi e fenom.*, *cap. IV*, *n.* 29.

che col suffragio autorevole dell'esperienza l'abbia convalidata, come si vedrà immantinente.

CAPO IV.

Sperimenti fatti par rilevare la scala di velocità ne' fiumi.

Il Castelli era solito di adoperare un galleggiante, che stava però quasi tutto immerso nell'acqua, onde ricevesse l'impulso in ogni sua parte. Indi presi due tronchi di fiume di pari lunghezza, e misurato con le vibrazioni di un pendolo il tempo impiegato dal galleggiante in percorrere i due tratti uguali del fiume, veniva a rilevare qual fosse la loro velocità rispettiva.

Ma siccome un tal metodo era proprio soltanto a far conoscere la velocità delle parti prossime alla superficie, e non già quella degli strati più bassi, sui quali appunto cade la quistione, così si tenne per imperfetto (1).

(1) Castel., *Della mis. dell'acque corr.* Grandi, *Mov. dell'acque*, *cap. VI*, *prop.* 40.

Fu quindi dal Cabeo sostituita al galleggiante un'asta che trapassava tutto il fiume dall'alto al basso. Per poter poi sostenere l'asta ritta ed in piedi, le si adattava da uno de'capi, cioè dal superiore, un corpo leggiero, qual è un pezzo di sovero, o una vescica ripiena d'aria, e dall'altra estremità le si appiccava un picciolo peso (1).

Il Barattieri al sovero, ed alla vescica, surrogò una tavoletta trasversale di legno, come più capace di sostener l'asta a fior di acqua, e di servirle di appoggio a dritta ed a manca, onde non traballasse e non cadesse, o sopra un lato, o sopra l'altro. Si voleva che questa tavoletta facesse l'uffizio che fa il contrappeso dei ballerini da corda; ma l'asta, con tutto il suo contrappeso, si rovescia quasi sempre sul fianco (2).

L'asta del Bonati che può avventarsi nel bel mezzo del fiume per tentar di riconoscere, anche dove si trova più profondo, le sue correnti, è una imitazione di quella del Cabeo,

(1) P. Cabeo, *Delle meteore*, *quest.* 3.

(2) Barattieri, *Archit. d'acque, lib.* 1, *cap.* 6.

ma migliorata dalla riflessione e dall'esperienza (1).

Un'altra imitazione n'è pur quella del cilindro di legno o travicello usato dal Lecchi, che immerso nel fiume sta ritto in piedi assai meglio dell'asta in grazia della sua maggior grossezza.

Inalberato, esso porta sulla estremità superiore un lungo stilo con una banderuola, la quale, restando eminente fuori dell'acqua, serve in certa guisa di esploratrice, ed insegna qual sia la velocità degli strati.

Perciocchè se nel cammino che fa il travicello natante, la bandiera si piega all'indietro, ciò mostra che il fiume corre più veloce di sotto che di sopra, e quindi, andando innanzi più presto la parte inferiore del cilindro, dee coricarsi sull'acqua la superiore, come chi sdrucciola in avanti con ambo i piedi, convien che cada rovesciato in su la schiena. Al contrario, se la bandiera s'inchina verso la corrente, ciò vuol dire che il fiume è più

---

(1) Mem. della Soc. Ital. delle Scienze, ecc., t. II.

veloce in alto che abbasso, e perciò il travicello avanza col capo, e ritarda col piede, come quegli che inciampa, o a cui dassi il gambetto, va con la testa innanzi boccone sul suolo (1).

Così appunto si ragiona eziandio per l'asta del Cabeo, del Barattieri e del Bonati. Quando essa cade supina in sul dorso, si dice che il fiume corre più velocemente di sotto che di sopra; e quando tombola col capo innanzi, si deduce che sia pigro il fiume nel fondo e celere alla superficie.

Ma più semplice ed ingegnoso è l'artifizio usato dal Mariotte, quello, cioè, di due palle attaccate con un filo di seta, una più leggiera che nuota a galla, l'altra più grave che si tuffa nell'acqua e che col suo peso tien retto ed allungato il filo (2).

Se, viaggio facendo, la palla sommersa va innanzi e tira seco anche la leggiera, è chiaro indizio che la velocità dello strato inferiore vince quella del superiore; e se la galleggiante avanza di cammino, e la più bassa rimane

(1) Lecchi, *Idrost. esamin.*, ecc., art. 4, reg. 8.

(2) Mariotte, *Du mouv. des eaux*, part. 2, disc. 3.

indietro, allora è segno che la superficie del fiume è più veloce (1).

Or ciò che accade quasi sempre, e massime nei canali regolari, egli è, che le palle, o vanno diritte ed a paro, o precede la superficiale, traendosi dietro anche l'altra, come se questa per appunto fosse vinta, e quella vittoriosa; il che ha non poco abbattuto l'alacrità de' Foronomisti. Vero è che nel passare di sotto a' ponti scorgesi un effetto diverso, e per ordinario allora precede la palla inferiore e s'arretra un po' la galleggiante, ma ciò nasce senza dubbio dalle correnti che vi si formano e che travolgono la palla più bassa (2).

Ripetuti gli stessi sperimenti dal Bonati or ora menzionato, vide pure egli le palle quasi sempre camminare ugualmente. Ed avendo anche talvolta intorbidata con fango l'acqua, osservò che la nuvoletta ondeggiante non dava

---

(1) Grandi, *Movim. dell'acque*, *cap.* 6, *prop.* 41. Lecchi, *Idrost. esamin.*, *esame* 3. Brunacci, *Mem. dell'Ist. Nat.*, *tom* 1.

(2) Mariotte, *Loco cit. reg. V. Vedi cap. VIII della parte prima, e cap. VII di questa seconda.*

indizio alcuno di essere sospinta più dall'acqua di sopra che da quella di sotto (1).

Il vase parallelepipedo del Nadi, che suol chiamarsi la pinta idrometrica, è parimente uno di quegl'industriosi trovati, con cui si è tentato di conoscere a varie altezze le velocità de' fiumi.

Cotesto vaso è attaccato ad una lunga spranga o asta di ferro, ed ha un pertugio, che si chiude e si apre a piacere, stando fuori dell'acqua, per via di un ordigno. L'asta è armata di un'acuta punta per poter conficcarla e fermarla bene nel fondo del fiume. Il vaso poi può essere alzato ed abbassato con una funicella, che passa per certi anelli posti lunghesso la spranga, onde tentare così la velocità del fiume a varj gradi d'immersione (2).

Ma siccome tuffando il vaso tanto nell'acqua stagnante, quanto nella corrente, si è sperimentato che vi entrava nell'un caso e nell'altro a un dipresso la medesima quantità di

---

(1) Bonati, *Esper. sul sit. del. Genneté. Osserv.* 16 e 17.

(2) Grandi, *Mov. dell'acque, cap.* 6, *prop.* 46.

fluido, così non parve che la pinta idrometrica fosse giudice competente per decidere così gran lite (1).

Più semplice e più felice è l'invenzione del tubo ricurvo di Pitot. È desso composto di un cannello piegato nella sua estremità inferiore, a guisa di una lunga pipa alla turchesca. Al braccio più breve si può pure applicare, se si voglia, una bocca fatta a foggia di tromba o d'imbuto, perchè possa offrire l'ingresso ad un maggior volume d'acqua. M. Belidor servivasi sempre del tubo corredato in questa guisa (2).

Ora immergendo il cannello a più altezze, e presentando al corso del fiume il braccio più breve, dee l'acqua penetrare ed ascendere nella canna tanto più alto, quanto maggiore sarà la velocità da cui è animata.

Ma neppur quest'artifizio, benchè ingegnoso, ed agevole all'uopo, trovasi senza i

(1) Zendr., *Legg. e fenom.*, *cap.* 4, *n.* 20. Manfr., *Annot. alla nat. de' fiumi*, *cap.* 7, *n.* 12.

(2) *Mém. de l'acad. des sciences*, *an.* 1732. Belidor., *Arch. Hydraul.*, *tom.* 1, *lib.* 1, *c.* 3.

suoi difetti, come sagacemente si è osservato dallo Zendrini (1).

Forse dopo gli studj del Michelotti e dopo quelli altresì del cav. Brunacci, il quale cercò di perfezionarlo recentemente, e di applicarlo ai fiumi più profondi, potrà esso rendersi di una più sicura ed utile applicazione (2).

Certo è per altro che le sperienze fatte su la Senna col tubo ricurvo dal suo autore medesimo, da M. Pitot, non sono in alcun modo favorevoli alla teoria de' Foronomisti (3).

Anche la ventola dello Ximenes, aggirantesi sopra un asse verticale tenuto immerso nel fiume e soffermata ora da un peso maggiore, ora minore, secondo la velocità dell'acqua, ebbe per qualche tempo, come avviene di tutte le cose nuove, la sua fama e la sua

---

(1) Zendr., *Append. alla par.* 1 *del cap.* 4 *delle leggi e fenom.*, *ecc.*

Venturoli, *Elem. di meccan.*, *ecc.*, *tom.* 2, *lib.* 3, *cap.* 14.

(2) Michel., *Sper. Idraul.*, *tom.* 2, *disc.* 3.

(3) *Mém. de l'acad. loc. cit.*

Bern. *Nouv. princ. d'Hydr.*, *chap.* 2, *sect.* 23.

Lecchi, *Idrost. esam.*, *part.* 2, *esam.* 4.

voga. Fu però questa breve, avendo gl'idraulici ben presto riconosciuto la difficoltà di poter far uso con successo di un ordigno sì mobile, e naturalmente più acconcio ad indicare la direzione de'venti sull'alte torri, di quello che a misurar la velocità delle grandi e profonde riviere (1).

Ma lo stromento più accreditato, e nel quale pareva che ripor si dovesse la maggior fiducia, è quello della palla a pendolo.

Attaccando ad un filo una palla di metallo, o di legno pesante, e lasciandola cadere nel fiume verticalmente a varie profondità, l'angolo di deviazione dal perpendicolo che si noterà dal filo sopra un quadrante, o una squadra, che vi è unita a tal uopo, dovrà mostrare il grado di velocità dell'acqua nel sito in cui è discesa la palla, chiaro essendo ch'essa riceverà tanto maggior impulso, quanto più rapida sarà la correntía del fiume in quel luogo.

---

(1) Ximenes, *Nuovi sperim. idraul.*

Venturoli, *Ibid. cap. VII*, *n.* 361, *ecc.*, *e cap. XIV*, *n.* 421.

Fa la palla in tal caso il giuoco del cervo volante, allorchè spirano i venti di primavera, il quale, quanto più soffia il vento, tanto più s'innalza nell'aria, mentre il filo, tenuto in mano dal fanciullo che gavazzando corre, fa un angolo sempre maggiore col terreno. Così, se allungando la funicella, che sostiene la palla, e lasciandola discendere a maggiori altezze, si trovi che crescano gli angoli della deviazione, o sia che la palla semprepiù si sollevi, sarà indizio che le velocità e le forze degli strati del fiume crescono anch'esse del pari.

Questo metodo, come scientifico ed avente l'aria di una dimostrazione, fu adottato dal Guglielmini, dal Manfredi, dall'Ermanno, dal Ceva, dal Grandi, e da un altro buon numero di dotti (1).

Ma nelle diligentissime sperienze fatte dallo

---

(1) Guglielm., *Mis. dell'acque corr.*, *lib.* 2, *prop.* 9,

Grandi, *Mov. dell'acque*, c. 6, *prop.* 42, 43, *ecc.*

Herman., *Phoron*, *lib.* 1, *prop.* 41.

Ceva, *De' fiumi*, *prop.* 4 *e* 6.

Lecchi, *Idrost. Esam.*, *part.* 2, *esam.* *V e VI.*

Zendrini sopra varie sezioni del Po nelle circostanze di una visita solenne e coll'intervento di molti chiarissimi matematici ed idraulici, si trovarono tali varietà, e così assurdi stranissimi risultamenti, che non poterono far a meno di non lasciar una forte e ragionevole dubbiezza (1).

Nelle prove fatte a Crespino ed a Raccano, il Po aveva l'altezza di 24, di 26, e perfino di 33 piedi. Se però nella prima sperienza, cioè, dove alto era il fiume 24 piedi, la palla a pendolo, ad ogni immersione di circa un piede, deviava di dieci gradi, e se alla profondità di 5 piedi faceva già un angolo di gradi 70, compresi 20 per la velocità della superficie, dunque all'altezza di 7, l'angolo avrebbe dovuto essere di 90 gradi, o sia retto, e a quella di 10 o 12, cioè alla sola metà del fiume, la palla sarebbe stata spinta fuori dell'acqua e balzata in aria con manifesto assurdo, non potendo l'acqua, come si esprime quel celebre uomo, con tutta la ve-

(1) Zendr., *Leggi e fenom.*

locità che può concepire, quando questa non fosse infinita, giunger mai a tener sospeso il pendolo orizzontalmente (1).

Così nel secondo sperimento, dove l'altezza del Po era di piedi 26, deviando il pendolo per ogni piede d'immersione gradi 9, e all'altezza di 5 piedi formando già un angolo di gradi 66, compresa la velocità della superficie di gradi 21, discesa che fosse la palla a soli gradi 12, avrebbe dovuto fare un angolo di 120, e volar in conseguenza per trenta gradi al di sopra del fiume, ciò ch'è non meno impossibile del primo caso. Dunque anche questo metodo ci porterebbe a gravissime incongruenze ed errori (2).

Per quanto poi abbiano in seguito studiato il Michelotti ed il Lecchi, per riporre in credito la palla a pendolo, che dopo le sperienze

(1) L'angolo di deviazione verrebbe ad essere maggior del retto, con manifesto assurdo, ecc.

Zendr., *Leggi e fenom.*, *cap.* 4, *n.* 16.

(2) Dalle quali cose chiaramente apparisce la incongruenza delle illazioni, ed essere impossibile che avvicinandosi al fondo con le immersioni possa sussistere la legge degli accrescimenti. *Id. ib.*, *n.* 17.

dello Zendrini era già molto decaduta di riputazione, poco frutto ne trassero, non avendo mai potuto evitare le difficoltà che vi sono unite, cioè le oscillazioni e gl'incurvamenti del filo, non meno che i tremori e balzi continui, a cui va esso soggetto, quand'anche sia sottilissimo, e per cui ora si divincola come un convulsionario, ora guizza e si vibra stranamente, ed ora manda perfino un suono come fa una corda da liuto quando è percossa (1). Il prelodato cav. Brunacci, fattene prove con tutte le avvertenze possibili, sempre vi rimarcò questi difetti. Anche il Lecchi aveva notato alcuni degl'indicati fenomeni (2). Quindi è che il professor Venturoli propose recentemente un nuovo pendolo, ch'egli chiama idrometrico composto, e che sembra dover molto meglio corrispondere all'oggetto contemplato.

---

(1) Michelotti, *Nuovi esp.*, *tom. II.*

Lecchi, *Idrost. esamin.*, *part.* 3, *art.* 2.

(2) Il filo della palla, portato dall'acqua velocemente corrente, è sottoposto a continui tremori e balzi, or su, or giù, con notabili variazioni di molti gradi in brevissimo spazio di tempo.

Idem, ibid., *esam. V*, *n.* 2.

Egli è però a desiderarsi che sia istituito col detto stromento un buon numero di sperienze, per poter apprezzarne il merito più fondatamente (1).

Ho io pure tentato di conoscere la velocità dell'acque correnti con altri mezzi, e fra questi col tenere immerso nel fondo di un fiume un vaso conico di rame, ripieno d'olio tinto di nero o di rosso.

Schiudendo poscia il pertugio praticato alla punta del cono, il che potevasi fare agevolmente stando fuori dell'acqua con un ordigno, come si è detto della pinta idrometrica, l'olio, come più leggiero dell'acqua, saliva dirittamente alla superficie, formando, se era tinto di nero, una lunga riga oscura, come quella delle formiche allorchè vanno alla preda, e se rosso era il colore, ascendeva per l'acqua la purpurea colonnetta, imitando il getto del sangue cacciato dalla mano, mentre questa sta immersa nell'acqua riscaldata.

---

(1) Ventur., *Opera cit.*, *vol. II*, *part.* 3, *cap.* 15, *e vol. III*, *sez.* 6.

Or io diceva a me stesso, Se negli strati inferiori de' fiumi v'è una scala di rapide correnti, le colonnette nere, o purpuree, saranno all'istante troncate nell'uscir del vaso e disperse; ed all'opposto, se la velocità degli strati non è guari diversa, sorgeranno quelle seguitamente fino alla superficie. Ora quest'ultimo effetto è quello appunto, ch'è sempre accaduto, salvo che le righe piegavano un poco, come far dovevano, a seconda del fiume, più o meno, a misura della sua velocità.

Ma che più? Le recenti accuratissime sperienze, e massime quelle dei due matematici ed idraulici illustri, Dubuat e Prony, provano incontestabilmente che ne' canali regolari le velocità dell'acque correnti non solo non vanno crescendo dalla superficie al fondo, ma vanno anzi alcun poco diminuendo pel motivo già indicato degl' impedimenti e degli attriti del fondo stesso, i quali comunicar debbono necessariamente a grado a grado la loro azione anche alle parti superiori (1).

(1) *Ces expériences prouvent d'une manière évidente, que les vitesses des filets d'eau vont en*

Che si dovrà dunque credere di questo celebre sistema? Sarà egli, come molti pensarono, una mera ipotesi, ed una vana illusione? Dirò ciò ch'io penso. La scala di velocità, figlia, come ho detto, della foronomia, non ha propriamente luogo che ne' vasi e nei tenui zampilli. Fu ingegnoso senza dubbio il pensiero di volerla applicare anche al corso libero delle riviere, ma l'esperienza ha deciso in contrario, ed il suo giudizio è inappellabile.

Sarebbe però spingere, come alcuni hanno fatto, l'intolleranza all'eccesso, se si volesse

---

croissant depuis le fond d'un courant règlé jusqu'à sa surface, etc.

Dubuat, *Princ. d'Hydraul.*, *part.* 2, *sect.* 1, *chap.* 6.

Prony, *Recherches phys.*, *mathém. sur la théor. des eaux cour.*, *Chapit. XV*, *art.* 190 *et suiv.*

Le formole proposte da quest'ultimo eccellente fisico e matematico per esprimere la velocità media, data la superficiale, è più esatta e più adattabile alla pratica di quella del Dubuat, benchè questa sembrasse più semplice.

Idem, ibid., n. 194 e 195, come pure *le Tableau compar. de l'expér.*, n. 4 e 5.

irremissibilmente, ed in tutti i casi, proscrivere dalle acque correnti cotesta teoria.

Vi sono parecchie circostanze e certi casi particolari anco ne' fiumi, dove le acque agiscono a un dipresso come ne' vasi. Allora, o in tutto o in parte, può aver luogo il sistema in questione.

Nei sostegni, per esempio, che si fanno ai canali per alzar l'acqua, e renderli navigabili, ognuno avrà veduto, che se a caso siavi un pertugio o uno squarcio, nella porta che attraversa e sostiene il fiume, l'acqua stridendo sprizza fuori con tanto più d'impeto, quanto più basso trovasi il pertugio o il fesso; perchè in siffatta circostanza il tronco gonfio del canal superiore fa per appunto in certo modo l'uffizio di un vaso ripieno d'acqua e perforato in verso il fondo.

Ecco pure il motivo, per cui se la sponda di que' fiumi che debbono tenersi da noi sciaguratamente sospesi ed eminenti a forza di argini, sia trapassata da cieca talpa, o da topo acquajuolo, l'acqua vi si caccia, e prorompe con tale veemenza, che rodendo il terreno, ed

ampliando il foro, può esser cagione, come talora è accaduto, di grave disastro.

Similmente qualora il fiume incontra un ostacolo, o debbe passare per uno stretto, e quindi è obbligato a retrocedere ed innalzarsi, si osserva che l'acqua negli strati più bassi, e verso il fondo, vi forma delle rapide correnti, che hanno la forza di scavare il suolo profondamente.

V'ha dunque de'casi particolari e delle circostanze, nelle quali eziandio ne'fiumi adopera l'acqua a un dipresso come fa quella ch'esce con forza dai pertugi de'vasi, il che apparirà più chiaro ancora quando parlerò de'rigurgiti.

Ma prima giova conoscere anche gli altri due celebri sistemi sulla proporzione della velocità coll'altezza delle acque correnti, per indi poi paragonarli tutti e tre fra loro, e giudicare quale di essi sia il più conforme alle leggi della natura.

CAPO V.

Degli altri due sistemi sulla proporzione della velocità con l'altezza dell'acque correnti. Parallelo fra tutti, e giudizio.

Benchè la dottrina del Torricelli e del Guglielmini sulla velocità de' fiumi, nata, come si è detto, dalla Foronomia, si avesse acquistato un gran numero di partigiani e seguaci, pure non giunse mai ad abbattere il sistema del Castelli, del padre dell' idraulica.

Il Castelli appunto fu il primo che con un metodo ragionato, e con una serie di sperimenti ben ordinati, si ponesse ad investigare con qual proporzione si alzassero o si abbassassero le acque correnti ne' canali, coll'aggiungerne o col toglierne una quantità determinata.

Cento sifoni uguali prendevano a tal effetto l'acqua da una gran vasca eminente, e la portavano in un canale più basso, dove formavano ora un ruscello, ora un rivo; giacchè

cotesti sifoni potevano farsi giuocare, o tutti, o in parte a piacere.

Venne dunque in tal guisa quel valoroso uomo a conoscere, che per produrre nel canale un'altezza doppia, era d'uopo che fosse la quantità dell'acqua quadrupla; che per far tripla quella esser dovea nonupla questa; che per aver quattro volte l'altezza, conveniva portar l'acqua a sedici, per averne cinque a venticinque, sei a trentasei; insomma che per ottenere le altezze dell'acqua come i numeri progressivi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, la quantità dell'acqua doveva essere come 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100, o sia espressamente come i quadrati delle altezze medesime (1).

Sorprendente invero è questo fenomeno, il quale dimostra che un fiume, quanto è più grande e più ricco d'acque, tanto più si rende capace di assorbirne ancora dell'altre, senza dar segno di un considerabile accrescimento.

Perciocchè per dare ad un fiume una dop-

(1) Castelli, *Della mis. dell'acque corr.*, *lib.* 2, *prop.* 4.

pia altezza, basterà l'aggiungere, come si è or ora veduto, a quella che già vi è, tre altre eguali quantità d'acqua, e farle quattro. Ma per alzare il fiume di un altro grado, e portarlo così a tre altezze, converrà che alle quattro se ne aggiungano altre cinque parti, e si facciano nove, e così progressivamente sarà mestieri che le aggiunte sieno di sette, di nove, di undici, di tredici fiumi, per aver ogni volta un solo grado di più d'altezza.

La cagion di questo fenomeno è quella maravigliosa proprietà dell'acqua che abbiamo già lungamente, ma non troppo mai, considerata nella prima Parte, quella cioè di allungarsi, e di assottigliarsi di corpo, quanto più si fa veloce.

Ora dubbio non v'è, che l'aggregazione delle acque non confluisca ad accrescere la loro velocità, e perchè si scema realmente la somma degli attriti, e perchè una vasta colonna è più forte e più capace di vincere gli ostacoli che rimangono, e perchè il peso e la pression dell'acqua è maggiore, e perchè un gran fiume giunto alle foci stramazza, e si

spiana sulla bassa superficie del mare, comunicando il suo moto anche alle parti più lontane.

Non è dunque da sorprendersi, se può un gran fiume assorbire un altro fiume minore di lui senza che si mostri un notabile aumento di altezza, come in un opulentissimo patrimonio un centinajo di scudi si perde e non si ravvisa, laddove aggiunta la stessa somma a un povero retaggio diviene un oggetto importante.

Avendo poscia il Castelli ripetuto i suoi sperimenti con ordine inverso, e dal suo fiume artificiale, composto di cento rigagnoli eguali, avendone sottratto 19, trovò che il fiume si abbassava di un decimo: col toglierne 17 si scemava l'altezza di un altro decimo, e così successivamente levandone 15, 13, 11, 9, 7, 5, 3, si andava ogni volta l'altezza minorando di un decimo; finchè, rimasto un rigagnolo solo, l'altezza parimente a un solo decimo si riduceva.

Quanto più dunque si fa basso e povero un fiume, tanto più risente l'effetto delle sot-

trazioni, siccome, per ritornare al nostro esempio, l'uom ricco e pecunioso non si accorge guari dei primi colpi dell'avversa fortuna, ma quando poi, dopo molte disgrazie e giatture, declina verso la povertà, bastano allora anche i minori danni per farlo precipitare in ruina.

Il Barattieri, avendo ripetute con docce e canali a tal uopo disposti le sperienze stesse; ed avendo inoltre praticate accuratissime osservazioni sul condotto di Codogno, ch'era esposto agli occhi di tutti, e che non poteva in alcun modo essere alterato, trovò conforme pienamente al fatto la dottrina del Castelli (1).

Similmente il Montanari, quell'uomo di tanta prudenza e circospezione, che non arrischiavasi mai di pronunciar sopra cosa che non avesse prima intimamente esaminata e conosciuta; sostenne sempre costantemente, ad onta delle sperienze del Torricelli, a lui notissime e familiari, che nel corso libero ed aperto de' fiumi la natura segue una legge diversa da quella dell'acque scaturienti dai

---

(1) Baratt., *Archit. d'acque, part. II, l.* 3, *c.* 2.

pertugi de' vasi, la legge, cioè, dimostrata dal Castelli e raffermata dal Barattieri (1).

Con non minor fermezza il Cassini professò solennemente la stessa dottrina, e con esperimenti fatti in Roma nella pubblica luce l'ha confermata e convalidata (2).

Ora un sistema sostenuto da questi quattro uomini famosi, come il cocchio de' re nei giuochi olimpici era tirato da quattro cavalli di fronte, non poteva certamente mancare di aver un gran credito, e un buon numero di seguaci anche ne' giorni più fortunati della Foronomia.

Secondo dunque questo sistema per far alzare il Po del doppio, ci vogliono quattro Po, per farlo elevar del triplo, si ricercano nove Po, e così per alzarlo del quadruplo, se ne richiedono sedici, del quintuplo venticinque, del sestuplo trentasei, del decuplo cento, sempre compreso quello ch'esiste.

Or posto che il Reno di Bologna sia la

---

(1) Zendrini, *Leggi e fenom.*, *ecc.*, *cap. IV.*
(2) Raccol. di Bologn. dell'anno 1682, pag. 71.

trigesima parte del Po, il che sembra poco lontano dal vero, se per far alzare quest'ultimo del doppio ci vogliono altri tre Po, dunque novanta Reni, equivalenti appunto a tre Po, non potrebbero elevarlo se non che il doppio di prima, e per conseguenza un Reno solo non avrebbe forza di alzarlo che di una nonagesima parte.

Posta quindi l'altezza mediocre del Po di piedi quindici, o sia di pollici cento e ottanta, il Reno introdotto nel Po non lo eleverebbe che di pollici due.

Ardeva appunto a que' tempi la famosa controversia fra i Bolognesi e i Ferraresi, per la immissione di Reno in Po.

Gli uni la riguardavano come il solo rimedio ai mali, ond'era il loro territorio afflitto, e altamente dicevano che il tener per forza separato quell' influente del comun ricettacolo di tutte le acque Lombarde, dal Po, era un opporsi violentemente agl' inviti e agli esempi della natura; che fiume mai non interrisce fiume, ma serve anzi con la propria energia, e con l'immenso peso dell'acque unite a sgom-

brare il letto del comun recipiente ed a profondarlo; che se trenta Reni hanno formato il Po, e per tanti secoli mantenuto, uno di più non potrebbe alterar giammai la sua costituzione (1).

Gli altri all'incontro credevano la immission perniciosa non solo a sè medesimi, ma eziandio ai loro vicini, dicendo che la unione del Reno al Po farebbe alzare notabilmente quest'ultima riviera, non solo per l'aggiunta di un considerabile volume d'acque, ma per le deposizioni altresì delle terre e delle bellette, le quali ne restringerebbero l'alveo, sicchè i popoli finitimi sarebbero esposti a fatali allagamenti, e dovrebbero rialzar sem-

---

(1) *Padus triginta flumina in mare Adriaticum defert.... Celeberrima ex his Apennini latere Tanarum .... Trebiam .... Rhenum*, etc.

Plin., *Hist. nat.*, *lib. III*, 16.

Relaz. del card. Gaetano, 1610.

Visita del card. Capponi, 1621.

Relaz. di mons. Corsini, 1628.

Voto dei card. d'Adda e Barberini, 1699.

Voto di mons. Riviera, 1716.

pre più gli argini di quel fiume reale con immenso dispendio (1).

Egli fu appunto allora che il Guglielmini propose il suo nuovo sistema, il quale, più riservato essendo di quello del Castelli, era insieme più proprio a trovar fede anche presso alcuni dell'opposto partito. Concedendosi con esso, che il Reno avrebbe fatto alzare il Po di otto a dieci pollici, in vece di due, quelli che avevano mosso guerra al Castelli, si contentarono di aver guadagnato qualche cosa, e furono quindi men ritrosi dal prestare orecchio alla nuova teoria, e dall'accettare in certa guisa la specie di accomodamento che offeriva loro il Guglielmini.

Ecco come le umane opinioni e gli affetti hanno sempre preteso di fissare a lor modo

(1) Ceva, Commiss. dell'Arcid. Cam. di Mant., scritt. sulla immiss. di Reno in Po.

Altra scritt. del Moscatelli prefetto dell'acque, ecc.

Corradi, *Effetti dannosi che produrrà il Reno*, ecc.

Ragguaglio sulla causa del Reno, e sugli effetti che cagionerebbe, ecc.

Della inalveazione de' fiumi del Bol. e della Romagna.

le leggi della natura, e dissero: Tu, Sole, guiderai il tuo carro diurno intorno alla terra, regina degli astri, pel cui solo servigio ed ornamento sei nato: tu, Moro dell'Africa, non sei già uomo, e perder devi le dita delle mani nel girar la mola delle mie officine, o le virili membra per esser fido custode delle cento compagne del mio letto; voi, malattie, siete tutte un tristo germoglio del sangue, e quindi è sempre giusto di svenare l'infermo sino all'agonia per risanarlo; voi, fiumi, siete uno zampillo delle montagne, ond'è più chiaro del giorno che la vostra velocità è in ogni punto come la radice delle altezze.

Mentre però segnavasi un armistizio fra i due partiti, e già si trattava di pace, sorse all'improvviso per il Reno grande in Olanda una lite non men romorosa di quella ch'era nata per il picciol Reno in Italia. Sembra che questo nome sia destinato ad eccitar grandi contese in idraulica.

Si sa che l'Olanda, per prodigio dell'umana industria, fu tolta in gran parte all'ingordo Oceano, il quale non ha mai saputo

perdonarle l'offesa, e si è quindi sempre congiurato co' suoi fiumi per riconquistare il possesso primiero.

Trattavasi dunque di sapere, se per liberar quell' illustre paese dalle inondazioni già divenute ormai troppo frequenti e micidiali, della Mosa, del Reno e d'altri fiumi che passano sul di lui suolo, si dovessero fare nuovi tagli e nuovi diversivi, ovvero piuttosto diminuire il numero di quelli che già esistevano.

Perciocchè v'avea di coloro che dicevano doversi ancor più dividere e suddividere il Reno in molti altri rami e canali, onde debilitarlo per tal guisa, ed esaurirlo di forze in modo che, deposta, suo malgrado, l'alterigia, divenisse impotente ad invadere il paese come si usa co' furiosi, i quali, coll'aprir loro tutte le vene, e col renderli semivivi, si conducono finalmente a starsene umili e cheti.

Altri all'opposto esclamavano che anzi dalla soverchia moltiplicazione de' diversivi e canali fatti ne' tempi addietro da Druso, da Corbulone ed altri generali romani, poi ne' secoli a noi più vicini dai Batavi moderni con l'ot-

timo fine di agevolar l'interna circolazione, proveniva il presente sconcerto del fiume; essere il Reno divenuto con ciò troppo pigro ed inabile a smaltire la gran copia delle acque che gli sopravvengono incessantemente alle spalle, massime in tempi di piena, da novanta fiumi tributarj nel lungo suo corso dalle Alpi Elvetiche al mar Germanico; dover esso quindi stranamente ingorgarsi negli ultimi tronchi, e formarvi un corpo immenso, in quella guisa che pel ritardo e ristagno degli umori succede spesso nel corpo umano la gonfiezza e l'idropisia; esser dunque necessario, dietro la voce dell'esperienza, il concentrar nuovamente in una gran massa le acque del fiume per ridonargli con tal mezzo l'antica sua forza e velocità, con la quale soltanto potrebbe rendersi capace di profondare il proprio letto, e di portare con impeto le sue acque in seno del mare, in vece di essere costretto a ritornare indietro ed a rovesciarsi sul paese, come ora far debbe per difetto di impulso e di energia.

Di quest'ultima sentenza era il Genneté,

e certamente si sarebbe appigliato al partito più saggio, se non avesse portate le sue idee alla disorbitanza e all'eccesso. Ma egli fu appunto in tal circostanza che propose e sostenne quella celebre dottrina che menò da principio tanto rumore in tutta l'Europa, quella cioè, che per quanti fiumi si uniscano in uno solo, non può mai crescer di molto l'altezza delle sue acque, e viceversa, che un fiume può esser diviso in un gran numero di fiumi uguali a lui, senza che per questo si diminuisca guari il suo volume.

La velocità de' fiumi, diceva il Batavo idrometra, cresce a un dipresso come la quantità dell'acqua che vi si aggiunge, e scema in ragion di quella che vi si toglie. Coll'aggregazione di nuove acque non farà dunque un fiume che divenir più veloce, e con la sottrazione più tardo, ma il corpo del fiume rimarrà sempre presso a poco lo stesso.

Il Reno, soggiugneva il Genneté, riceve presso Magonza il Meno, che non è di molto inferiore a lui; ma contuttociò, dopo la loro unione, non vi si scorge un aumento sensibile.

L'Enno, presso Passavia, prima ch'entri nel Danubio, ci lascerebbe in forse a quale de' due fratelli appartener dovesse la primazia Pure il Danubio, dopo di aver conquistato l'Enno, non dà indizio di un notabile ingrandimento.

Il Tevere, accolte le acque del Teverone, non comparisce più ricco di quello di prima. Ogni paese insomma ci presenta esempi di questo singolare e maraviglioso fenomeno. Non è, non è che l'abitudine che ci rende stupidi e quasi ciechi; ciò che sempre si vede non ferisce.

Nè contento di questi esempi adduceva in suo favore il Genneté molte sperienze, fatte, com'egli scrisse, solennemente a Leida, dalle quali risultava che si possono aggiungere ad un fiume altri cento fiumi uguali a lui, senza farlo tampoco alzar il doppio di prima (1).

Io qui non parlo per ora che di questa parte del suo sistema, che riguarda l'unione di fiumi a fiumi, giacchè dell'altra parte che

(1) Esperim. sopra il corso de' fiumi. Lett. del sig. Genneté, ecc., anno 1760.

concerne la diramazione di un fiume in più fiumi, si dirà tra poco nel trattar dei diversivi.

Parlando dunque dell'aggregazione di acque ad acque, ben si conosce agevolmente, ad onta delle ragioni, degli esempi e delle sperienze indicate, che cotesto celebre sistema è troppo spinto ed esagerato. S'e' fosse vero, potrebbe un fiume contenere una quantità di acque immensa, e concepire una velocità pressochè infinita. Diamone un esempio.

Il Riccioli, nella sua Geografia, calcola che tutti i fiumi dell' Europa sieno prossimamente pari a ventitrè volte il Danubio. Dunque se tutti i nostri fiumi europei, uguali a 23 Danubj, fossero uniti al Danubio, non lo farebbero elevare, secondo questo sistema, nemmeno di un quarto della sua solita altezza; giacchè per far alzare un fiume del doppio conviene aggiungervi, come si è detto, più di cento fiumi uguali a lui. Perciò, posta l'altezza media del Danubio di 12 piedi, non si alzerebbe in tal caso il medesimo neppur di tre piedi.

Dunque ogni volta che il Danubio si alza di tre piedi, il che succede frequentissimamente, debbe aver ricevute tante acque, quante son quelle di tutti i fiumi dell' Europa; o sia tante, quante sono ventitrè volte le proprie. E siccome la velocità, per il sistema stesso, cresce come la quantità dell'acque unite, così ogni volta che il Danubio cresce tre piedi, avrà una velocità ventitrè volte maggiore; sicchè, in vece di miglia cinque l'ora, ch'è la sua velocità ordinaria, ne farà cento e quindici.

E che sarà poi, quando il Danubio cresce di sei, di otto, di dieci e più piedi? Allora convien che sieno più volte accumulate nel suo letto le acque di tutti i fiumi dell' Europa, e che la sua velocità sia di trecento e di quattrocento miglia l'ora.

Da questa folla d'incongruenze e d'assurdi, che nascerebbero necessariamente dal sistema del Genneté, si scorge a colpo d'occhio quanto sia, come ho detto, ardimentoso ed esagerato.

Gli esempi della unione del Meno al Reno, dell' Enno al Danubio, del Teverone al Te-

vere, sono di un solo fiume e un altro fiume; ed inoltre non è in tutto vero ciò che si asserisce di loro dopo la confluenza, giacchè se non compariscono allo sguardo più larghi, son essi più profondi.

Rapporto poi alle sperienze fatte in Leida, che furono cotanto fra noi celebrate dal Frisio, essendo state le medesime ripetute con gran diligenza dal Bonati, non diedero in Italia i prodigiosi effetti che si millantavano (1). E siccome fu opposto allora, e dopo eziandio, da taluno, che i canali adoperati dal Ferrarese idraulico fossero troppo piccioli, così ho io voluto farne le prove con docce e canali molto più capaci, come quelli ch'erano trenta volte maggiori dei primi, che il Bonati adoperò pubblicamente in Ferrara, e centosessanta volte circa maggiori degli altri ch'era solito usare in casa propria nelle sue private e benemerite osservazioni, come si vedrà meglio in appresso (2).

---

(1) Bonati, *Sperim. in confut. del sist. di Genn.* Idem, *Agg. di sperim.*, *anno* 1766.
Idem, *Rifless. sugli sperim.*, *an.* 1767.
(2) Vedi i cap. XII e XIII di questa seconda Parte.

I risultamenti delle mie sperienze che ho variate in molte guise, sono poco diversi da quelli del Bonati, e fanno sempre più conoscere, che la luminosa dottrina del Castelli è quella che più d'ogni altra si approssima al vero, e si conforma all'esperienza.

Anche le accorte osservazioni, e gli sperimenti recentissimi del D. Focacci aggiungono nuovo valore a ciò che ho detto (1).

Quali poi esser possano i perspicaci e provvidi fini della natura in seguir questa legge, se tanto mi può esser dato di penetrare gli alti di lei segreti, farollo conoscere a suo luogo (2).

Or finalmente spero che possiamo averci fatta una giusta idea dei tre famosi sistemi sulla velocità de' fiumi. L'uno è appunto quello or ora esaminato del Genneté, del Frisio, del Marescotti e d'altri pochi. Il secondo è quello del Torricelli, del Guglielmini, del

(1) Focacci, *Sui rapporti delle velocità dell'acque, ecc. Mem. della Società ital. delle scienze*, *tom. XV, anno* 1811.

(2) Vedi qui dopo il capitolo XIII verso la fine.

Grandi, del Poleni e di tutti i Foronomisti. Il terzo è quello del Castelli, del Barattieri, del Montanari, del Cassini e di buon numero di seguaci. Il primo pecca per eccesso, il secondo per difetto, il terzo cammina nel mezzo. Pel primo non vi sarebbero mai escrescenze notabili di fiumi, per quanto fossero stemperate le piogge; il che ripugna ai sensi ed al fatto; pel secondo, qualunque mediocre pioggia, o scioglimento di nevi, cagionerebbe una piena terribile, il che pure si oppone all'esperienza; pel terzo le acque correnti crescono bensì nelle piogge, o nello struggersi delle nevi, ma grande però è la copia che per provvida legge di natura può esserne dai fiumi smaltita, senza che trabocchino dalle sponde; il primo insomma nasce da una fantasia vivace e romanziera che fabbrica sistemi secondo il bisogno; il secondo deriva dalla fallace applicazione ai fiumi di una dottrina che non è sempre vera nemmeno negli efflussi dai pertugi de' vasi; il terzo è realmente fondato sulle leggi della natura e sulle indicazioni dell'esperienza.

Ma se intemperante ed esagerato è il sistema del Genneté nella parte in cui si tratta dell'aggregazione di acque ad acque, molto meno ipotetico, molto meno lontano dal vero è però il sistema stesso nella parte dove si parla della diramazione di un fiume in più fiumi, il che farò conoscere chiaramente, come spero, nel capitolo che segue. Ivi pur si vedrà, per la prima volta forse, qual sia la vera ragione di questo singolar fenomeno e di quest'apparente contraddizione.

CAPO VI.

Della poca utilità de' Diversivi.

I diversivi sono dagl'idraulici suggeriti come un efficace rimedio per salvare i paesi, dove i fiumi camminano sopra vasti piani poco inclinati e quasi orizzontali, e dove pel difetto di pendenza le acque ritardate si gonfiano e traboccano (1). Allora, dicesi, son necessarj

(1) Se si scavino delle fosse, per cui possano le acque de' fiumi scaricarsi, avrassi un rimedio a

i tagli, e le diversioni, perchè sollevano il fiume dalla soprabbondanza che l'opprime, e fanno l'uffizio de' nostri cauterj, onde agli umori soverchi e viziosi noi diamo sfogo.

Lodevole n'è certamente l'intenzione, ma la ragione e l'esperienza dimostrano, esser sempre poco utile, e spesso anzi dannoso il rimedio proposto.

Se un fiume, in cambio di scorrere unito in un alveo solo, della larghezza, per esempio, di piedi cento, si dirami, e camminar si faccia in dieci letti uguali al primo, non è egli vero che sarà costretto a strascinar le sue acque sopra una superficie dieci volte maggiore, e che avrà venti sponde in vece di due?

Che si direbbe di colui che, scorgendo la grande utilità delle ruote, s'immaginasse di applicare al suo carro quaranta ruote, in cambio di quattro, e si andasse vantando di aver trovato un maraviglioso artifizio per agevolare

---

questi incomodi, che dalla soverchia copia d'acqua nascono. Queste fosse, chiamate volgarmente *diversivi*, io le chiamo *fosse di diversione*.

Poleni, *Delle pesc. e cat.*, *n.* 19.

i trasporti? Noi ragioniamo a un dipresso sui diversivi, come quello stordito ragionerebbe sulle sue ruote.

L'acqua del nostro fiume, sparnicciata e distesa in dieci fiumi, dee, per doppio motivo, perdere del suo moto, e perchè con la moltiplicazione dai punti di contatto in sul fondo e nei lati, s'accresce di gran lunga il numero de' soffregamenti, e delle resistenze, e perchè i tenui strati, e quasi veli d'acqua, nei quali si trova ora il fiume ridotto, non sono capaci, per mancanza di peso e di energia, di vincere gli ostacoli che si oppongono al loro corso.

Egli è dunque necessario che le acque si addeboliscano, s'impiglino, e si arrestino nei dieci canali, e quindi si alzino e crescano di corpo coll'accumularsi di quelle che vanno più rattamente sopraggiungendo dalle parti superiori. E se il fiume ancor più si dividesse in trenta, in cinquanta, in cento fiumi, sempre più tarde, sempre più inerti e stagnanti si renderebbero le sue acque, sempre più si accumulerebbero, e si rigonfierebbero; sicchè,

in luogo di abbassarsi e di estenuarsi, si sarebbono in fine del conto a più doppj moltiplicate.

Certamente la favola, nel descrivere quell'Idra della palude di Lerna che ripullulava e si riproduceva dalle sue proprie ferite, con sempre nuove teste e nuovi corpi, ci ha voluto indicare che i tagli e le diramazioni nei luoghi bassi, non fanno che moltiplicare le acque. E cosa crediamo che significar volesse quel partito felicemente preso in tal circostanza dal domator dei mostri, da Ercole, quello cioè, di stringere coll'invitte sue mani e soffocar l'idra, se non che il rimedio più efficace per liberarci dalle inondazioni delle acque non è già quello di spargerle e dividerle, ma ben anzi di raunarle e stringerle insieme in un letto solo?

Se Emilio Scauro ha diseccate le paludi, che v'erano fra Parma e Piacenza, coll'unire tutte le acque nel Po (1); se Curio Dentato

---

(1) *Multum ejus, quae intra Padum est, regionis paludibus obtinebatur, sed exsiccavit eas paludes Scaurus, etc.* Strab. *Geogr.*, *l. V.*

ha tolto i vasti e perniziosi stagni di Rieti coll'unire il fiume Velino alla Nera (1); se Appio Claudio, se Cornelio Cetego, se Augusto, con lo stringere in un solo recipiente le acque delle celebri Paludi Pontine le convertirono un tempo in fertili campagne e in luoghi così salubri che Pomponio Attico, che Antonio, che Mecenate ed altri fra i primati di Roma vi avevano le loro villeggiature (2); se in somma la ragione e la storia dimostrano che con lo spargere e disseminare le acque si formano gli stagni e i paduli, e col restringerle insieme si rendono questi stessi luoghi

---

(1) *Lacus Velinus a M. Curio emissus interciso monte in Narem defluit, ex quo est illa siccata, etc.* Cic. ad Att., *lib. IV, epist.* 15.

(2) . . . . *sterilisque diu palus, aptaque remis vicinas urbes alit et grave sentit aratrum, etc.* Horat. *de Art. Poet.*, *v.* 65. *Romani famem cultoribus agrorum timentes in Pomptinum agrum frumenti causa misere.* Epit. Liv., *lib.* 96.

Aliud miraculum: a Circejis palus Tomptina est, quem locum XXXIII urbium fuisse Mucianus ter Consul prodidit.

Plin., *Hist. Nat.*, *lib.* 3, *cap.* 9.

abitati e fecondi, come non si dovrà dubitare della tanto vantata utilità de' nostri diversivi?

Ma il più imponente di ogni altro a me sembra il fatto, che la natura non conosce i diversivi, e non si serve mai di questo mezzo per minorare le acque de' fiumi.

Ella sospende bensì le piogge, depaupera le fonti, disecca i rivi e i torrenti, alza le acque de' fiumi in vapori coi raggi del sole, e le trasporta e disperde col mezzo de' venti, ma non dirama già, nè ripartisce mai di nuovo un fiume nei torrenti, rivi e ruscelli che lo hanno composto.

Il Danubio, per esempio, raccoglie tutte le acque correnti della Svevia, della Baviera, dell'Austria, della Moravia, dell' Ungheria, e di molte altre province e regni. Or ditemi, qual torrente in tutto il corso del Danubio, qual fiume, qual rivo, qual rigagnolo, qual filo d'acqua si divida spontaneamente, e si diparta da esso dopo esservi entrato? Ditemi, qual fiume se n'esca a suo grado dal Po, dal Tevere, dall'Arno, dall' Ebro, dal Rodano, dal Volga e dalle altre riviere?

Ma noi, ben ottusi, e ben deboli in confronto dell'ingegno e della potenza della natura, non possiamo valerci, com'ella fa, dei medesimi mezzi ed artifizi, per minorare l'acqua ne' fiumi. Noi non abbiamo la forza, nè il sapere di sopprimere le piogge, nè di sollevar le acque in vapori nelle regioni dell'aria, nè di farle trasportare sulle ali de' venti in altri paesi. Noi crediamo quindi bonariamente di poter in cambio esaurire i fiumi col diramarli e diffonderli, il che appunto è l'oggetto de' nostri diversivi.

Grande però, come ben si vede, anzi somma è la differenza che passa fra la maniera usata dalla natura e quella usata da noi. Ella diminuisce il numero e la portata degl'influenti; noi accresciamo il numero e la portata degli effluenti. Ella toglie realmente ed effettivamente le acque ai fiumi; noi non ne sopprimiamo una sola gocciola, ma le sforziamo anzi ad accumularsi col ritardarle; ella trasporta in altri paesi, e al di là de' monti e de' mari, una porzione del nostro Tanaro, della nostra Trebbia, del Ticino, dell'Adda, del Mincio

e quindi anche del Po, che di essi si forma; noi co' nostri diversivi non solo tratteniamo una gran parte di cotesti fiumi, ma gli sparpagliamo ancora per mezzo alle nostre contrade, e in seno delle nostre campagne: le acque che la natura sottrae, più non restano, più non esistono fra noi: quelle al contrario che noi crediamo di sottrar con le diversioni, rimangono fra noi tutte, se non che in cambio di occupar un luogo solo, ne occupano molti, e in vece di una stanza sola, sommergono tutta la casa.

Ecco il perchè il Genneté si dipartiva dal vero nella prima parte del suo sistema, come si è veduto nel Capitolo precedente, quando si trattava di unir acque ad acque, ma non era senza ragione nella seconda Parte, dove si trattava di toglier fiumi da fiumi col mezzo de' diversivi.

Ecco pure il perchè non vi sia implicanza e contraddizione alcuna fra la dottrina del Castelli, già riferita nello stesso Capitolo antecedente, e questa, di cui ora si tratta. In quella si parlò del mezzo di sminuire le acque

correnti usato dalla natura, ed imitato dal Castelli co' suoi sifoni; in questa si parla del mezzo imperfettamente usato dagli uomini, quello de' diversivi.

Ma cerchiamo di meglio ancora conoscere ed esaminare questo articolo importante d'idraulica, che costò pur troppo ai popoli enormi spese nella costruzione di nuovi condotti e di nuovi diversivi, i quali finirono quasi sempre col portar loro pericoli più gravi e più frequenti sciagure.

Il primo tristo effetto de' diversivi è quello di render necessarj sempre nuovi diversivi, finchè il paese a poco a poco divenga una specie di laguna. Perciocchè rendendosi le acque, come si è detto, sempre più inerti e stagnanti, crescono di corpo, e riempiono ben presto tutti i nostri canali, qualunque ne sia il numero, ed allora trovandosi il paese allagato come prima, e più di prima, egli è forza ricorrere a nuovi diversivi.

Ciò che indusse per avventura in errore, e diede qualche credito a questo rimedio, fu il vedere che in sul principio e all'aprirsi dei

diversivi, il fiume alquanto si abbassa, perchè va a cadere in canali, o in tutto, o in parte ancor vôti, ma tostochè questi sieno riempiuti, ritorna l'acqua del fiume allo stesso livello, e non di rado sale a maggior altezza di prima, il che avviene in brevissimo tempo, attesochè il più lento moto dell'acque che sono ne' diversivi, e nel tronco inferiore del fiume, dà campo alle acque superiori ch' eternamente scorrono con piede più veloce, di sopraggiungere, di accavallarsi e di far lago. Perciò tutto il benefizio dei diversivi si riduce solamente ad una breve dilazione, e ad una effimera tregua (1).

Noi abbiamo creduto che si potessero votare i fiumi, dirò così, per il cocchiume, come si fa di un doglio, o di un tino, non considerando che nei nostri vasi il fluido è limitato, ma ne' fiumi è indeficiente, perpetuo ed infinito. Noi facciamo co' nostri diversivi come que' fanciulli che si accingono seriamente a voler asciugare un ruscello coll'empierne tazze

(1) Vedi qui dopo al cap. XI le sperienze sui diversivi.

e nappi, e coppe, facendo d'ambe le mani giumelle, ma presto tutti i loro piccioli recipienti sono ricolmi e il ruscello discorre come prima.

Dicesi che il Mincio a' tempi antichi stagnasse più ch'oggidì, e producesse morbi contagiosi e funesti. Ma essendosi per un tremuoto aperta e sprofondata quell'ampia cavità, ch'è ora occupata dal lago di Garda, i popoli che abitavano il basso paese verso il Po, prostrati a piè del simulacro di Manto, della gran madre del loro autore, la ringraziavano di averli con questa diversione liberati da un fiume così fatale, giacchè le altrui sventure si chiamano da noi favori quando ci sono utili.

Ma il Mincio, empiuto ch'ebbe il Benaco, ricomparve come innanzi, e formò gli stagni che circondano ancora la loro città illustre e forte; se non che le acque, le quali erano prima gravi e melmose, divennero, mercè la deposizione delle bellette nel lago, più pure e meno insalubri.

Non saremmo noi forse come quegli antichi e semplici abitatori del basso Mincio? Noi ci

congratuliamo de' nostri diversivi, sperando che più non avremo inondazioni; ma dopo un breve intervallo ci troviamo nello stato primiero. E infatti se il Mincio ha formato il Benaco, se l'Olio l'Iseo, se l'Adda il Lario, se il Rodano il lago di Ginevra, se il Reno quello di Costanza, se il S. Lorenzo una serie di amplissimi laghi, e se il Mincio, l'Olio, l'Adda, il Reno e l'altre riviere proseguirono poscia tutte, come prima, il loro corso, come non crederemo noi che un fiume, massimamente nelle sue piene, allorchè sopraggiunge una mostruosa massa d'acque, non possa ben presto riempiere i nostri deboli diversivi, ed allagarci per ogni lato?

Egli è appunto per ciò che in Olanda quel medesimo Reno, che ho or ora indicato, ha in certo modo moltiplicato sè stesso. Giunto ad Emmerick fu diviso dai Batavi in due grossi rami, l'uno che ha preso il nome di Wahal, l'altro che ha ritenuto quello di Reno. Questo secondo fu poscia suddiviso per formare l'Issel, e quindi ancora diramato nel Leck, nel Vecht, nella Does, e in molti altri

canali, sicchè, perduta intieramente la forza e la velocità, non dà più, dopo Leyden, quasi segnale alcuno di movimento. Il Reno così si è moltiplicato in molti Reni, che formano in certo modo uno stagno d'acqua neghittosa e dormiente (1). Ora l'Olanda con tante diramazioni e diversioni, sarà dunque il paese di Europa il più sicuro dalle inondazioni. Una trista esperienza dimostra pur troppo quanto ciò sia lungi dal vero. Cento altri non dissimili esempi potrei qui addurre, se ciò troppo lungo non riuscisse (2).

Un altro tristo effetto de' diversivi è il ra-

---

(1) Esperim. del Genneté, parte terza.

Frisio, *De' fiumi e torr.*, *lib.* 2, *cap.* 2 *nel paragrafo* È questo un paradosso idrostatico, ecc.

Kant, *Geogr. fis.*, *tom.* 5.

(2) Guglielm., *Nat. de' fiumi*, *cap. IX*, *prop.* 4, *Coroll.* 7.

Castel., *Mis. dell'acq. corr.*, *coroll. XIII.*

Perelli, *Parere sopra i diversivi*, *ecc.*

Frisio, *De' fiumi e torr.*, *lib.* 2, *cap.* 2.

Lorgna, *Disc. sull'Adige, cap.* 2, *n.* 15.

D. Focacci, *Sui rapporti della velocità, ecc. n.* 20 *e* 36 *nel tomo XV delle Mem. della Soc. Ital. delle scienze.*

pido interrimento di tutti i canali di derivazione, ed anco del fiume stesso.

Egli è certo che le riviere unite con la loro velocità e co' moti violenti delle lor acque in tempi di piene, tengono lungamente sospesa una gran quantità di minute arene, di sabbie e di terre disciolte, ed hanno la forza eziandio di trasportare una buona porzione sino alle foci e nel seno stesso del mare, come si vedrà meglio in appresso.

Basta gettare in un vase d'acqua o terra, o brage, o ceneri, o rena, e tenervi agitato e scosso il fluido per osservare come restino sollevate e natanti tutte quelle materie straniere, benchè più pesanti specificamente dell'acqua, e basta desistere dallo sbattimento per vederle precipitar tutte, quali più presto, quali più tardi, sul fondo.

Il mare, ch'è senza dubbio il vaso più vasto della terra, quando è commosso e sconvolto dalle procelle, solleva fino dai più cupi recessi le sabbie e le terre che il rendono fosco, ed ancora più orribile; ma, calmata la tempesta, ricadono al fondo quelle materie, e l'acqua di nuovo cerulea e trasparente ritorna.

L'aria medesima, quando è fortemente agitata, sostiene e porta seco immensi globi di polvere e di sabbie che recano sì grave noja e pericolo agli abitatori delle secche ed arenose sponde del golfo Arabico e del Persico, nonchè a' viandanti ed alle carovane che passano per que' deserti e che vi restano talora miseramente sepolte.

Se dunque un fluido ben ottocento volte più leggiero dell'acqua può innalzare, quando sia commosso, e portare per lunghissimi tratti una incredibile quantità di materie cotanto più pesanti di esso, molto più potranno ciò fare i fiumi nell'impeto delle lor piene. E se la bonaccia e la calma, sia nel mare, sia nell'atmosfera, fa sì che quegl'innumerabili corpicciuoli ondeggianti ricadano al suolo, il medesimo effetto succeder deve altresì nelle riviere, quando le lor acque si rendono pigre ed assopite.

Ora i diversivi cagionano appunto, come si è veduto, cotesta torpidezza e letargo di acque, e per conseguenza promuovono in singolar maniera la deposizione delle melme e

l'interrimento del letto di tutti i canali e del fiume stesso, e rendono quindi sempre maggiori e più frequenti gli straripamenti e le allagazioni.

Ho detto del fiume stesso, perchè indebolita essendo la forza e rallentato il moto del tronco inferiore ai diversivi, non può più questo sostenere così facilmente, come faceva prima e convogliare così a lungo il molticcio e la belletta; sicchè debbe necessariamente abbandonarli, e lasciarli cadere in maggior copia nel proprio letto. Ciò si rende specialmente visibile nelle rotte, le quali non sono che diversivi aperti dalla violenza delle piene; poichè l'alveo del fiume inferiore alla rotta, dove l'acqua si fa più lenta, e talor anche retrograda, si rialza di fondo con una rapidità prodigiosa, il che appunto rende assai malagevole, dopo una rotta, se passar si lasci alcun tempo, il far ripigliare al fiume il corso primiero (1).

---

(1) Sono i diversivi una specie di rotte artificiali. . . . e dovranno per necessità partecipare, dal più al meno, della proprietà delle rotte, fra le quali

Egli è dunque manifesto, da ciò che si è detto e riflettuto, che i diversivi non hanno la virtù che si è loro a torto attribuita, di preservarci dalle inondazioni; che noi abbiamo stoltamente creduto di poter vòtare i fiumi, come si fa de' nostri vasi, non badando che le acque delle riviere, sopravvegnendo incessantemente, e con eterno corso, dalle parti superiori, riempir debbono ben tosto tutti i nostri canali; che appunto per questo la grande maestra d'idraulica, la natura, non si serve giammai di diversioni e di diramazioni, per isminuir le acque de' fiumi dopo le piene, ma bensì di una vera ed effettiva diminuzione e sottrazione; che uno degli effetti necessarj dei diversivi è quello d'indebolire e snervare i fiumi, di render più lento il loro moto e di obbligarli a crescere di corpo, ed a moltiplicare in certo modo sè stessi con pericolo delle

---

si conta quella di rialzare e riempiere il letto inferiore alla rotta, ecc.

Perelli, *Parere sui diversivi*, *art.* 8.

Vedi gli sperimenti del cap. XI di questa seconda Parte.

province sempre più grave; che un altro non men tristo effetto de' medesimi è il rapido interrimento di tutti i canali di diversione e del tronco inferiore del fiume stesso, sicchè in breve il paese si trova per ogni parte in uno stato miserabile di oppilazione generale; che l'esperienza finalmente ci fa conoscere, non solamente non esser derivato dai diversivi il sollievo che i popoli si promettevano e che avevano diritto di attendersi dalle immense spese e sagrifizi sofferti, ma per colmo di sciagura essersi convertito il rimedio in malore, ed essere divenute più frequenti e più desolatrici le inondazioni.

Non avremo più dunque diramazioni di acque di nessuna specie? Le proscriveremo noi tutte? Egli è d'uopo fare una distinzione.

Se le diramazioni si guardino come diversivi, e come un rimedio sicuro per guarentirci dai traboccamenti de' fiumi, la ragione e gli esempi ci consigliano a diffidarci della loro troppo creduta efficacia ed utilità.

Se poi si pratichi qualche diramazione per altri oggetti, come son quelli di facilitar con

canali navigabili l' interna circolazione, o per muover macchine ed edifizi ad uso delle arti e delle manifatture, o per condur qualche rivo fecondo d'acqua sopra terre inaridite e deserte, allora i mali effetti delle diversioni possono venir compensati da molti e grandi vantaggi, massimamente se nel praticarle si abbiano presenti due particolari ed essenziali avvertenze: l'una, cioè, di derivare possibilmente le acque dai tronchi superiori, dove il molto declivio può mantenere, anche dopo la diversione, la necessaria forza e velocità nel fiume principale: l'altra che l'acqua estratta sia una parte minore possibile della massa del fiume, affinchè non rimanga il medesimo soverchiamente infievolito e spossato, e non ne segua da ciò, come ordinariamente succede, il rigurgito ed il trabocco.

Ma cosa è mai propriamente cotesto rigurgito? Qual parte ha il medesimo nel corso de' fiumi? È desso sempre nocivo? La natura non avrebbe forse talvolta nel rigurgito qualche provvido oggetto?

Seguendo dunque l'affinità di queste idee,

io credo che prima di procedere innanzi, non debba esser disutile il trattenerci un poco anche su l'importante materia de' regurgiti, e ciò tanto più che non fu sinora la medesima, come a me sembra, da idraulico alcuno abbastanza rischiarata.

CAPO VII.

De' Rigurgiti e delle loro cause ed effetti.

A quattro possono ridursi i casi ne' quali han luogo tutti i rigurgiti: quando l'acqua corrente incontra un ostacolo; quando passa da un piano declive ad un orizzontale; quando v'è confluenza o diramazione di fiumi; quando questi s'appressano alle foci per gettarsi in mare.

Parlerò di ognuno di detti casi coll'ordine stesso, con cui gli ho indicati.

Innumerabili sono gli ostacoli che si schierano incontro all'acqua corrente nel suo cammino, e le contrastano il passo. Allora essa si ritira, si alza e tenta con la massa e col

peso di ristabilire il suo moto. Ecco appunto il regurgito.

Ogni diga, ogni sponda, ogni sasso, ogni cespuglio, ogni cannuccia, ogni filo d'erba forma il suo regurgito.

V'ha chi credette poter essere i regurgiti come quelle picciole pause e riposi che prende ad ogni ombra, ad ogni fonte, il pellegrino per poscia ripigliare il suo viaggio con più di lena. V'ha chi disse, esser l'acqua una riottosa e ciarliera che trova contese con quanti ella incontra per via, se non le cedono il passo prontamente. Queste idee non sono certamente aggiustate, ma ritengono però un non so che dirmi di vero.

Il rigurgito è, come ho detto, un mezzo, ed uno sforzo, con cui per provvida legge di natura cerca l'acqua di ripigliare il suo corso. Trovando un ostacolo, ella si solleva col sopraggiungere di quella che le vien dietro, ed acquista in tal guisa coll'altezza e con la massa il modo di ristabilir la sua forza e la sua velocità.

Egli è perciò che v'ha sempre una o due

correnti dopo il regurgito, secondo le circostanze.

Se l'ostacolo sia isolato nel fiume, come sarebbe un tronco od un masso, allora due sono le correnti che vi si formano d'ambo i lati, perchè due sono le vie aperte allo sforzo dell'acqua che si è sollevata col regurgito, l'una a sinistra, l'altra a diritta del tronco o del masso.

Per lo stesso motivo i piloni di un ponte, che fanno l'uffizio di massi di mezzo al fiume, produrranno molti rigurgiti, e questi molte correnti, le quali non mancheranno, come già si è detto, d'insidiare il ponte al piede con le loro escavazioni (1).

Ma se, in vece di un ostacolo isolato, il fiume incontri uno stretto, per cui debba passare, allora il regurgito che farevvisi senza manco alle spalle, produrrà una corrente sola nella direzione dello stretto, perchè una sola è appunto la strada ch'è aperta all'acqua.

Anche il gomito di una ripa, anche una

---

(1) Parte prima, cap. XI.

diga, anche un riparo, formano sempre il loro regurgito, e la loro corrente, la quale in tali casi è pure una sola, perchè da un sol lato similmente ha l'acqua libero lo sfogo.

Che se intieramente occupato, ed attraversato dall'ostacolo sia il corso del fiume, allora il rigurgito può farsi ancor più grande e divenire immenso. Due sono, secondo le mie osservazioni, i modi che adopra in tal caso l'acqua per superar la barriera.

Talora, stando ferme le parti di sotto, quelle che sopravvengono, salgono sulle prime, e le terze sulle seconde, e le quarte in sulle terze, e così via via le une montano, per dir così, sulle spalle dell'altre, finchè giungano all'altezza della barriera, e si rinversino dagli orli della medesima.

Talora le acque, che vengon dietro, cacciano allo insù quelle ch'erano andate innanzi, ognuna sottoponendo sè stessa all'altra e subentrando in suo luogo, in modo che le più basse divengano a mano a mano le più alte, e così sormontar possano tutte una dopo l'altra la chiusa.

Nel primo caso potrebbero assomigliarsi a quelle antiche falangi, i di cui guerrieri, coperti il capo dei loro scudi, montavano sopra i guerrieri, facendo molti ordini l'uno sull'altro, finchè giungevano alla sommità delle torri. Fanno nel secondo caso come que' soldati, che, appoggiate le scale ad una piazza, cominciano essi a salire i primi, e sono quindi sostenuti, e spinti allo insù dagli altri, che vengono loro dietro successivamente, finchè que' primi saltino in sulle mura, poi i secondi, poi i terzi, poi tutti.

Non altrimenti le acque, ora in un modo, ora nell'altro, danno, se così può dirsi, la scalata agli ostacoli che attraversano il loro corso.

Ora immaginiamoci che in qualche sito di una valle, nel di cui fondo scorre un fiume, s' innalzi una chiusa che la barrichi e serri totalmente. Egli è chiaro doversi l'acque del fiume, ch'eternamente viene dalle parti superiori, elevare gradatamente sino all'altezza della barriera, e finchè giunga a sormontarla. Il rigurgito poi che si farà dietro la chiusa,

sarà più o meno esteso, secondo che più dolce o più ripido è il pendìo della valle. Perciocchè quanto più placida e mite fia la pendenza, tanto più si stenderà da lungi il rigurgito; ed all'incontro sarà questo tanto più breve, quanto è il declivio della valle più forte e precipitoso.

Per comprendere ciò chiaramente, com'è necessario, si rifletta che l'acqua tende sempre con la sua superficie a livellarsi ed a tenersi parallela all'orizzonte. Questa è una legge d'idrostatica a tutti nota, e di cui ne abbiamo ad ogni momento la prova sotto gli occhi.

L'acqua che si attigne dalla fonte, si livella e si appiana nel vaso. Nel bicchiere, in cui si versa il vino a mensa, il liquor prende tosto la giacitura orrizzontale. Ma che dico? Il vasto mare si compone anch'esso in tal modo, qualora trovasi in piena calma, in quella ch'è dai nocchieri temuta più del suo sdegno; e se i venti non lo turbassero, la di lui superficie sarebbe sempre piana ai nostri sguardi come uno specchio immenso; e perciò appunto

que' che professano la bell'arte di dipingere gli oggetti con le parole, i poeti lo chiamano il liquido piano.

Or bene; datemi una conca, un bacino, una tinozza, insomma un recipiente qualunque sia, che abbia un largo fondo e che sia posto in sul suolo orizzontalmente. Se vi si versi un po' d'acqua, essa si distende prontamente per tutto il fondo, e lo copre. Ma se io prendo il vaso con le mani per uno dei capi, e lo vado a poco a poco alzando ed inclinando, l'acqua che stava sdrajata e distesa sopra tutto il fondo, si va ora movendo e restringendo sempre più verso l'altra parte del vaso, lasciando libera e scoperta tanto maggior porzione del fondo, quanto più questo diventa ripido e pendente.

Dunque la linea del livello e del rigurgito debb'essere sempre più breve dove grande è l'inclinazione; ed all'incontro più lunga, dove più dolce è la pendenza del suolo. L'estension del rigurgito può dirsi in ragion inversa del pendìo.

Ecco il perchè sia minimo il rigurgito,

dove la pendenza è massima, e sia massimo quello dov'è minima questa. Ecco il perchè un torrente che si getta con impeto in mare da un monte vicino e declive, come spesso avviene, non ha che poco o nessun rigurgito; ed all' incontro il Po, che cammina negli ultimi tronchi con picciolo declivio, ha un rigurgito di quaranta o cinquanta miglia; e il gran Rio delle Amazzoni, che per lunghissimo tratto di vaste pianure cammina orizzontale, ne ha uno di dugento e più leghe.

Or si comprende pure manifestamente l'origine di tutti i laghi, e la causa della loro maggiore o minor estensione. Essi non nascono che da un impedimento frapposto alle acque correnti, nè altro sono che un rigurgito delle medesime per un ostacolo incontrato sul loro cammino, o sia che il varco della valle, per cui scorre l'acqua, resti dalla caduta di una rupe intercluso, come accadde in più luoghi anche a' dì nostri, o sia che il fiume si abbatta ad una vasca o ad un bacino, che debba egli sormontare e riempiere, prima di poter ripigliare il suo corso. Ma sempre il

lago, dato il medesimo ostacolo, sarà più lungo e più esteso, quanto più il suolo sarà piano e si approssimerà all'orizzontale, e viceversa.

Noi pure ci serviamo talvolta opportunamente degli ostacoli e dei rigurgiti per molti usi, sia per formare i nostri stagni e peschiere, sia per accrescere la caduta dell'acqua nelle nostre officine, sia nella costruzione di quei canali navigabili e maravigliosi che fanno ascendere da una parte i navigli fino all'altezza de' monti, e li fanno discendere dalla parte opposta, formando una specie di ponte d'acqua per passare da un mar all'altro sopra la terra, com'è, per esempio, il famoso canal di Linguadoca. E che altro sono queste stupende operazioni, se non che una lunga serie di ringorghi procurati da noi per mezzo di sostegni e di porte, che si aprono e chiudono all'uopo, onde accrescere o diminuire il rigurgito, ed alzare in tal guisa o abbassare le acque del fiume?

Ma se son utili spesso i rigurgiti, e se la natura col loro mezzo rinnova e restaura la forza ed il moto dell'acque correnti, possono

però talora divenir i medesimi disorbitanti e dannosi.

Tali son quelli che nascono nel secondo caso, che si è indicato al principio di questo Capo, quando, cioè, passa un fiume aspramente da un piano molto declive ad un altro poco inclinato e quasi orizzontale.

Per ispiegar questo fenomeno noi non abbiamo che a richiamare i nostri principj.

L'acqua che si ritarda, cresce altrettanto di corpo, quanto perde di moto. Or nel passaggio che fanno i fiumi da un piano declive ad uno men inclinato, o ad un orizzontale, convien necessariamente che nasca un ritardo dell'acqua che va innanzi, la quale per la cessazione improvvisa del pendio che le serviva di stimolo, non può più correre così velocemente come faceva prima e come fa quella che le vien dietro incessantemente, e che debbe quindi accumularsi e gonfiarsi.

Ecco appunto il rigurgito, ecco lo sforzo che la natura fa nascere prontamente per rimettere in corso la copia soprabbondante di acqua che riempie ed opprime il fiume, come

avviene pure in noi stessi, allorchè, dopo una lunga corsa, il sangue, fatto celere dal violento moto, si porta rapidamente al cuore, e il cuore gonfio, e non capace di reggere a tanta piena da cui si sente oppresso, fa ogni sforzo per dar luogo al sangue che furiosamente sopravviene, onde nasce l'anelito e la forte e frequente pulsazione.

Questo è appunto ciò che ho riscontrato con molte sperienze, di cui ho fatto cenno nella prima Parte, e di cui renderò conto dettagliato ne' capi seguenti. Non altra certamente è l'origine di quella strana ed enorme protuberanza che si osserva in alcuni tronchi de' fiumi, massime nel rapido afflusso delle piene che si è chiamata il ventre (1).

Quasi tutte le riviere passano aspramente, come si è accennato, o in un luogo o nell'altro del loro corso, da un piano più ripido ad un altro che lo è molto meno.

Il Connecticut, per esempio, corre in un certo sito angusto e precipitoso con tanta ve-

---

(1) Vedi qui dopo cap. IX.

locità che rigetta da sè, e slancia di lontano i corpi che gli si lasciano cader sopra, come le ruote ardenti di una biga scagliano il fango e l'arena (1).

L'Irtis fa una wersta l'ora in un luogo e ne fa otto in un altro. Esso ha dunque una velocità otto volte maggiore nel primo caso che nel secondo (2).

Il Tigri, che in lingua meda significa saetta, soggiace pure a queste alternative, e da una prodigiosa rapidità, da cui appunto prese il nome, passa di quando in quando a molta lentezza (3).

Lo stesso accade in più luoghi, benchè i passaggi sieno meno violenti, al Danubio, al Reno, al Po, al Tevere, all'Arno e a quasi tutti i fiumi.

Ora egli è naturale che il tronco, in cui l'acqua corrente, di veloce ch'ella era, diviene

---

(1) Kant, *Geogr. Fis.*, *tom.* 5, *n.* 3.

(2) Kant. *Geogr. Fis.*, *lib.* 5 *ut supra.*

(3) Cluver., *Introd. Geogr.*, *lib.* 5, *cap.* 23. *A celeritate Tigris, ita appellant Medi sagittam, etc.*

ad un tratto pressochè immobile, debba esser soggetto a un grande ringorgo, e ad un ventre strabocchevole e mostruoso. Non saranno quindi mai soverchie le nostre cure, come si è detto nella prima Parte, per correggere questa nociva conformazione organica degli alvei de' fiumi, dove per isciagura esiste, e per guardarci nelle nostre idrauliche operazioni dall'occasionarla dove non esiste.

Ma un'altra non meno efficace cagion dei ringorghi è quella del terzo caso, vale a dire, la confluenza o la diramazione de' fiumi.

CAPO VIII.

Continuazione della dottrina de' Regurgiti.

Io non ripeterò qui ciò che si è detto sulla diramazione de' fiumi nel Capitolo dei diversivi (1). Si è già veduto che per cagion del ritardo e torpore dell'acque, sempre inseparabile dalla loro divisione e sparpagliamento,

---

(1) Vedi sopra, cap. VI.

il naturale ed ordinario effetto de' diversivi è quello di produrre per ogni dove ringorghi, stagni, ventri d'acque, finchè tutto il paese, che crediamo incautamente di sollevare in tal guisa dalle inondazioni, venga occupato a poco a poco da una sommersion pressochè generale. Qualche cosa dirò bensì dei rigurgiti prodotti dalle confluenze.

Variano questi, e sono or maggiori, or minori, secondo il grado di velocità degl'influenti, secondo l'angolo della confluenza, secondo la massa rispettiva dell'acque.

Se l'influente abbia una velocità insigne, com'è un torrente in piena, può allora investire il fiume principale con tal impeto e furia, che cagioni in esso un terribile ringorgo; poichè le acque del fiume, in tal caso combattute e ritardate da quelle dell'influente precipitoso, debbono accumularsi e sforzarsi col peso e con la massa, di vincere il torrente furioso ed avventato.

Cotesto sforzo appunto può talvolta produrre un gonfiamento e un rigurgito così grande, che sia il fiume costretto a straripare

nelle parti superiori, e portarvi una inondazione con sommo stupore degli abitanti, i quali veggono in tal caso, peraltro raro e singolare, la fiumana non già discendere dalla parte dei monti coll'usato tenore, ma portentosamente venire allo insù dagl'inferiori tronchi del fiume.

Esagerato senza dubbio io credo ciò che fu detto prima da Aristotile, poi da Strabone, cioè, che nella confluenza del Serchio e dell'Arno, tal fosse a que' tempi il cozzo, e il ringorgo di que' due fiumi alzantisi l'un contro l'altro, che due uomini, stando in piedi sulle opposte ripe, non potessero reciprocamente vedersi (1). Ma certo è che la forza degl'influenti può esser talora grandissima.

Il rivo, che passa per Sirkes, picciola città della Lorena, nel giorno 16 luglio 1750 di-

(1) *Strabo et Aristoteles tradunt, Arnum, Ausuremque, ut in unum confluunt, alterum alterius violento incursu adeo se invicem attollere, ut si utrinque in ripis consistant homines, alter alterum conspicere nequeat.*

Cluv., *Introd. geogr.*, *lib.* 3, *cap.* 31.

venne per una piena improvvisa così rapido e precipitoso, che arrestò la Mosella, in cui cade, attraversandola da parte a parte e portando sulle opposte sponde della medesima le ruine delle case, de' ponti e di una torre, che aveva demolito e distrutto (1).

L'Arva, che scende da una dell'Alpi, chiamata da'paesani *la maladetta*, arrestò più volte il Rodano anche all'età nostra, e costrinse quel fiume, benchè sia de' più rapidi, a rigurgitare ed a retrocedere verso Ginevra, sicchè le ruote de' molini dovettero girare a rovescio (2).

Egli è però vero che tali effetti non succedono, e non sono sì gravi che quando gli influenti entrano nella riviera ad angolo retto, o quasi retto, poichè allora il conflitto è più

(1) *Hist. de l'Acad. des sciences, an.* 1750.
Bernard., *Nouv. princ. d'Hydr.*

(2) Ciò fu negli anni 17[illegible]0, 3 dicembre; 1651, 21 novembre; 1711, 10 febbrajo; 1733, 14 settembre, 1770, 26 ottobre.
Saussure, *Voyag. dans les Alpes.*
Kant, *Geogr. Fis.*, *tom.* 5, *n.* 10.
Casaub., *Ad lib.* 4, *geogr. Strab.*

forte, e quindi massimo il ringorgo; oltrechè il fiume, in questi casi pertinacemente battuto e sospinto dall'influente che gli piomba sul fianco, dovrà rivoltarsi contro l'opposta sponda ed abbatterla, o presto o tardi, per aprirsi un cammino in quella direzione, a cui il mal genio ed il perseverante impulso dell'influente lo porta.

Ma se dolce e pressochè parallela sia la confluenza, cessa quasi del tutto allorà il contrasto, in guisa che sovente le acque di due fiumi possono unirsi nell'alveo stesso, senza frammischiarsi tra loro per buona pezza e confondersi.

Il Rio Negro, ch'entra parallelo nel fiume delle Amazzoni, continua per cento miglia, dopo esservi entrato a scorrergli accanto, e piaggia piaggia, con le sue acque oscure, mentre l'altro conserva le proprie biancastre; di modo che rassembrano, al mirarli dalle sponde, due fiumi affatto diversi e divisi fra loro da una parete (1).

---

(1) *Mém. de l'Acad. des sciences, an.* 1745.

Così è parimente di molte altre riviere, in cui si uniscono placidamente, e quasi senza angolo, rivi e fiumi tributarj con acque, o giallastre, o sanguigne, o nere, o lattiginose, secondo le terre e materie che sono in esse disciolte.

Gl'influenti proseguono in tali casi per lunghi tratti, dopo la congiunzione, il loro corso, marcatamente e distintamente serbando, per dir così, la propria divisa, e il color della propria bandiera, come fanno gli ausiliari che si uniscono all'armata principale.

Perciò dove si tratti della immissione di un fiume in un altro fiume, si vede chiaramente quanto importi di evitare nel sito della confluenza l'angolo retto o quello che vi si accosta, e di procurar ben anzi che l'acqua vi entri possibilmente parallela, e quasi s'intruda soavemente nel letto del fiume principale, sicchè questo, senz'avvedersene, dirò così, la trovi coricata al suo fianco (1).

---

(1) Si veda qui dopo il cap. X, dove si adducono gli sperimenti sulle confluenze.

Ma dove i rigurgiti de' fiumi si fanno sentir più vivamente che in qualunque altro luogo del loro corso, egli è verso le foci, perchè le cause che li producono son ivi appunto più forti e possenti.

Il mare nei gran flussi e nelle tempeste spinge sovente immense onde ed arene contro le foci de' fiumi, costringendoli a retrocedere, ad ingorgarsi e straboccare. Gli effetti che ne nascono in que' tristi momenti di sdegno del gran padre dell'acque, possono essere spaventosi nelle vaste riviere.

Gli abitatori delle sponde del gran fiume delle Amazzoni, quando si appressa il tremendo fenomeno che si chiama da essi il *Pororòca*, fuggono compresi del più alto spavento. Nei tempi del massimo flusso la marea si alza in que' lidi ad una grande altezza, e l'enorme flutto, entrando nel fiume, annunzia la sua venuta con un muggito che si sente molte leghe lontano. Allora il fiume respinto si alza e trabocca da ogni lato, cagionando allagamenti e guasti lagrimevoli. Il *Pororòca* non è che un regurgito immenso, cagionato

dalla forza imperiosa, e superior dell'Oceano in contrasto col fiume (1).

Immensamente poi può estendersi negli ultimi tronchi delle grandi riviere questo ringorgo, come si è già detto, perchè sono ivi le medesime quasi orizzontali. Se il rigurgito del Po nelle burrasche dell'Adriatico si fa sentire fino a Lagoscuro, quello delle Amazzoni or ora menzionato si estende fino allo stretto di Pauxys, cioè per lo spazio di dugento leghe, secondo il Condamine, e di trecento, secondo l'Acugna, il che pur avviene proporzionalmente del Tamigi, del Tago, del Reno, dell'Elba e di tutti i gran fiumi (2). Ora comparirà meno strano ciò che ho indicato nella prima Parte sulla fede delle storie che ne' paesi non lontani dalle foci de' fiumi sieno nate talora senza piogge e senza improv-

---

(1) *Mém. de l'Acad. des sciences*, an. 1745. Bernard. *Nouv. princ. d'Hydr.*

(2) Frisio, *De' fiumi e torrenti*, lib. 2, cap. 4. Eust. Zanot., *Sopra la dispos. dell'alveo dei fiumi.*

Condam., *Rélat. abrég. d'un voyage.*

viso scioglimento di nevi, ma per sola opera de' rigurgiti, allagazioni funeste e memorabili (1).

Da questi contrasti del mare, e da questi grandi rigurgiti de' fiumi negli ultimi tronchi derivano pure gli altri due effetti che ben meritano di essere accennati, le tortuosità e la barra.

Le acque torbide delle fiumane, tenute in collo o respinte indietro dai venti e dai marosi, vi formano immense deposizioni, a traverso delle quali è costretto il fiume a volgersi e rivolgersi di qua e di là per farsi strada in mezzo alle melme, e mantenersi aperto lo sbocco Ecco appunto la causa principale delle grandi tortuosità negli ultimi tronchi de' fiumi.

Innumerabili sono gli esempi che abbiamo di questo fenomeno.

Il Meandro era famoso nell'Asia minore pe' suoi raggiri, ai quali meritò di dare il proprio nome. Ritornava egli ben più di cento

---

(1) Parte prima, cap. IV.

volte in sè stesso, e formava una specie di labirinto d'acqua (1).

Il Tevere aveva esso pure i suoi ravvolgimenti numerosi fino dai tempi più remoti (2).

Nè ciò è men vero a' nostri giorni. Il Miami in tre sole miglia di distanza dall' Ohio, in cui sbocca, ne fa più di sessanta di rigiramenti.

La Vistola, solamente da Thorn al mare, ha tante sinuosità e giravolte, che il suo corso si allunga in quel breve spazio dugento miglia più che non sarebbe in linea retta (3).

Il Condamine dovette passare ventidue volte in un giorno solo uno degl' influenti delle Amazzoni; giacchè in un gran fiume, rispetto

---

(1) *Meandrus adeo oblique dicitur fluere, ut videatur in se ipsum recurrere, et vel sexcentas facere flexiones, etc.*

Cluv., *Introd. geogr.*, *lib.* 5, *cap.* 18.

(2) *Olii remigio noctuque, diuque fatigant.*

Et longos superant flexus. . . Æneid., lib. 8.

(3) Kant, *Geogr. fis.*, *tom.* 5, *n.* 6.

Belgrado, *Dissert. sopra i torrenti.*

al suo influente, è a un dipresso come il mare rispetto a lui (1).

Perciò i selvaggi, secondo Buffon, si accorgono benissimo della prossimità del mare dalle maggiori tortuosità del fiume, come sanno presagir vicina una confluenza dai serpeggiamenti dell'influente (2).

Parlando poi della barra, questa è una massa di sabbie che il mare innalza talvolta contro le foci del fiume; e si chiama appunto con tal nome, perchè di fatto essa fa l'uffizio di una barricata che attraversa il corso dell'acque, in modo che son esse obbligate a sormontarla, e quindi ad ascendere per poco da una parte e discendere dall'altra.

Nulla v'è di straordinario in questo fenomeno, di cui parecchi scrittori fecero le maraviglie, dipingendoci alle foci i fiumi andanti allo insù come per miracolo e contro la loro natura.

Cotali barre però si disperdono, e si riproducono ad ogn'istante, trastullo continuo del

---

(1) Condam., *Rélat. abrég. des voyages, etc.*
(2) *Hist. de la nat.*, *Liv.* 2.

mare, come quelle che nate sono dalle sabbie e dall'onde, dalle cose le più mobili e volubili del mondo, se non vi fossero gli umani pensieri.

Da ciò appunto proviene il perpetuo cangiamento delle bocche de' fiumi, i quali si aprono un varco or qua, or là, dove coteste barre presentano una più debole resistenza.

Or abbiamo veduto che i rigurgiti fanno una figura più importante di quello che si credeva ne' fenomeni de' fiumi. Non v'è ostacolo, per quanto sia minimo, non v'è ritardo nel moto dell'acque, qualunque ne sia la cagione, che non produca un alzamento ed un rigurgito. La provvida natura ha voluto servirsi di questo facile ed industrioso mezzo per ispingere innanzi le acque, le quali altrimenti nell'abbattersi all'infinito numero degl' impedimenti che loro si oppongono, si arresterebbero ad ogni passo; ma salendo secondo il bisogno le une su le altre, come si è detto, acquistano con la massa e con l'altezza, la virtù di risarcire la forza e il movimento indebolito, raccogliendosi, per così dire, e riti-

randosi in sè medesime per meglio lanciarsi. Ma se da una parte son utili per lo più i rigurgiti alle viste della natura, e se noi pure, ad imitazione della medesima, sappiam trarne profitto nei nostri stagni, nelle fontane, nelle irrigazioni e massime nella costruzione de' canali navigabili, mediante i quali i nostri navigli valicano le montagne, e stupiscono di passar sotto altre forme per quelle medesime selve, dov'erano stati prima pini ed abeti, possono però dall'altro canto i rigurgiti stessi divenir dannosi e pregiudiziali alle nostre campagne, sia quando nel passaggio violento da un piano declive ad un orizzontale si arresta tutta ad un tratto la velocità del fiume, e vi si genera un gonfiamento ed un ventre strabocchevole; sia quando per le viziose diramazioni, o per le mal disposte confluenze dei fiumi, si producono gli straboccamenti e le inondazioni; sia quando per la furia de' venti e per la prepotente forza del mare, le acque de' fiumi respinte indietro sono costrette a fare un immenso ringorgo ed a rinversarsi dai lati; sia quando da questi ringorghi e

dalle grandi deposizioni delle bellette, nascono negli ultimi tronchi le ostruzioni, le tortuosità, e, ciò ch'è ben più degno ancora di essere contemplato dal filosofo e dal politico, la successiva prolungazione delle terre e dei continenti, ond'è che città, famose un tempo pei loro porti, e pel commercio marittimo, si trovin ora lontane dai lidi del mare, nè serbino più che il nome e la memoria dell'antico splendore, come dirassi a suo luogo (1).

Ma ora è tempo ch'io renda conto finalmente anche dei tentativi e delle sperienze da me fatte per poter meglio conoscere e spiegare i fenomeni de' fiumi.

CAPO IX.

Sperimenti sopra il ventre delle piene, e loro applicazione ad alcuni fenomeni dei fiumi.

Le origini de' fiumi, e massime de' principali, sono ben assai più elevate delle lor foci.

---

(1) Vedi qui dopo ai capitoli XV e XVI.

Prendendo il Rodano soltanto all'uscir dal lago di Ginevra, è desso più alto del Mediterraneo, secondo il De Luc, di circa mille cento e trenta piedi. E certamente, dal lago Lemano alle sorgenti del Rodano, v'è ancora un'altezza di gran lunga maggiore.

Si diffalchi pure, se così si voglia, dalle grandi montagne quella insigne porzione del loro capo e delle spalle che trovasi eternamente coperta di geli e di nevi, benchè però molto concorrano, nella state, anche quelle ghiacciaje immense ad alimentar le acque correnti. Ma con tutto ciò troverassi, che l'altezza delle origini de' fiumi giunge talora ad otto o dieci mila piedi sopra la superficie del mare.

Or se il cammino dell'acque, dalle montagne al mare, fosse tutto diritto come una corda tesa, allora le pendenze sarebbero più regolari, e potrebbero essere più giustamente ed equabilmente distribuite. Ogni fiume avrebbe, a cagion d'esempio, uno o due, o tre piedi di caduta per miglio. Quindi la loro velocità non soffrirebbe nè sì frequenti, nè sì notabili variazioni quasi ad ogni passo.

Ma la natura non ha voluto disporre in questa guisa la superficie della terra. Noi tutti ne siamo testimoni. Monti, valli, precipizj, sprofondamenti, piani ripidi e precipitosi, piani dolcemente inclinati, piani orizzontali, ed anche per alcun tratto acclivi, questi sono i letti, per cui debbono camminare i fiumi.

Egli è appunto nel passare che fanno le acque da un piano molto declive ad uno poco inclinato, o quasi orizzontale, che si produce il ventre, come già si è detto altrove (1).

Se si prenda un pugno, e poi un altro e un altro, di corpicciuoli mobili e scorrevoli, e si lascino discendere giù per un piano inclinato, quelli che vanno innanzi, giunti che sieno in sul terreno, si arrestano a poco a poco, e quelli che vengono lor dietro, salendo sopra i primi, si dispongono in una forma convessa, e a guisa di mucchio. Così è della sabbia o delle granella di miglio che i fanciulli per giuoco fanno scorrere lungo una doccia inclinata.

---

(1) Vedi Parte prima, cap. X.

Fate ora che per la medesima doccia scorra in vece un rivolo d'acqua, e quinci passi in un'altra doccia piana ed orizzontale.

Le particelle acquee che precedono e passano le prime, quando arrivano al basso piano, si ritardano per la cessazion del pendio, e non possono perciò dar luogo prontamente a quelle che succedono spronate ed inclinate dalla pendenza, sicchè queste sono costrette a posarsi sopra quelle, e le altre sopra le altre, e così accumularsi e rigonfiarsi.

La calca, nell'uscir del teatro, non procede se non da ciò, che i primi spettatori, ch'escono, non possono essere così pronti a uscire, come quelli che sopraggiungono da tutte le parti; e se allor fia per azzardo che panico terrore occupi ed incalzi quelli che sono a tergo, si veggono i corpi salir sopra i corpi, e calpestarsi e schiacciarsi. Or nel passaggio delle parti dell'acqua da un piano declive ad un orizzontale si fa per appunto una specie di calca.

Qual è il motivo, per cui le resine e le gomme nello stillar si rappigliano in forme

rilevate, come gocciole, come perle, o somiglianti? Non altro se non perchè, nel lagrimar della pianta, le prime stille che gemono, ritardandosi al tocco dell'aria, fanno che le sopravvegnenti si addossino ad esse, e via via si posino le une su l'altre, e prendano appunto in tal guisa quelle figure rilevate e tondeggianti.

Così dal ritardo che soffre l'acqua delle piene per la improvvisa mancanza di pendio che arresta, e quasi rapprende le parti del fluido, ne segue quel singolare e local gonfiamento, che io pur vorrei, e forse indarno, poter chiaramente spiegare.

Ma veggiamo, se col mezzo di tentativi e sperimenti, si possa conoscer meglio la natura di questo fenomeno.

Due canali di legno sono a ciò necessarj, l'uno che possa inclinarsi più o meno a piacere, l'altro che giaccia supino ed orizzontale; l'uno porge l'acqua, l'altro la riceve. Io chiamo quindi il primo il *deferente* ed il secondo il *ricevente*.

Giova però che l'orizzontale possa secondo

i casi allungarsi, perchè se la uscita dell'acqua sia troppo vicina all' ingresso, come nasce quando il canale è breve, allora il forte invito dello sbocco o non lascia che il ventre si formi, o non lo rende notabile. Per tale oggetto aver conviene molti canali della stessa dimensione e figura, e in modo che possano all'uopo congiungersi facilmente per lo lungo insieme, e trasmutarsi in uno solo.

L'acqua vuol procacciarsi da un rivo che scorra lungo la pendice di una collina, o di un poggio, e sia di alcuni piedi sollevato sopra il piano della campagna sottoposta; ovvero, qualora manchi questa pregevolissima opportunità, si può ripeterla da qualunque considerabile recipiente, che si tenga sempre ripieno d'acqua, e che sia posto in un piano più alto di quello in cui sta lo sperimentatore, affinchè dar ei possa al *deferente* tutte le inclinazioni che gli piacciono.

Negli sperimenti che sono per riferire, ho io sempre preso l'acqua nel primo modo, cioè da un rivo abbondante e sollevato sopra la pianura, come testè ho detto, e mi sono ser-

vito di canali di legni regolari, e con lati paralleli, aventi ognuno un piede di larghezza, uno di altezza e dieci di lunghezza. Questi canali erano sedici. Ve ne avea pure altri quattro con l'altezza di due piedi, pari nel resto ai primi, onde farne uso nei casi di un ventre altissimo.

All'oggetto appunto di poter conoscere a colpo d'occhio e misurare l'altezza del ventre, v'erano in uno de' lati di ogni canale marcati per di dentro de' segni, di mezzo pollice in mezzo pollice, sicchè quelli che aveano l'altezza di un piede, divisi erano in ventiquattro parti uguali, e quelli che due ne avevano, in quarantotto.

Uno di essi canali servendo, come ho detto, di *deferente*, potevano gli altri diciannove, unendoli un dopo l'altro, formare un condotto lungo 190 piedi.

Or dunque,

I. Se il *deferente* sia inclinato, ed il *ricevente* orizzontale, sicchè quello faccia con questo un angolo, avvegnachè picciolo, di soli 5 gradi, per esempio, che sono la diciottesima

parte dell'angolo retto, l'acqua che discende pel *deferente*, nel passar pel *ricevente* comincia visibilmente a ritardarsi, e vi forma un ventre.

II. Ritenuta la medesima inclinazione del *deferente*, ed accresciuta la massa dell'acqua, s'innalza pure e si dilata il ventre.

III. Se si mantenga la stessa quantità di acqua, ma si accresca in vece l'inclinazione del *deferente*, portando l'angolo a 10, a 15, a 20 gradi, il ventre tanto più si gonfia e si stende, quanto più l'angolo cresce.

IV. Che se si aumenti nel tempo stesso e l'angolo d'inclinazione e la massa dell'acqua, allora il ventre giunge ad una maggiore altezza, e più che non avea fatto separatamente in ognuno de' due precedenti casi.

V. La figura che il ventre presenta è sempre convessa, come un segmento di sfera, od una coppa rovesciata, con questo però, che la parte ascendente è più ripida e breve della discendente, massime quando sia cospicua la inclinazion del *deferente*. Il punto più alto, a cui sale il ventre, si chiama il colmo.

VI. Se una data quantità d'acqua si vada versando nel *deferente* a poco a poco, ed a bell'agio, sicchè passi, per esempio, in 30 secondi, e poscia, passata che sia questa, si versi la stessa quantità d'acqua furiosamente, sicchè passi tutta in 10 secondi, o meno, notati che sieno i segni, ove giunse il colmo dai due ventri, si troverà che il colmo del secondo sarà salito due, tre, quattro e più pollici sopra quello dell'altro.

VII. Se si faccia molto ripido il *deferente* l'acqua che si precipita per esso con impeto, all'entrar nel *recipiente* vi produce un fiero bollimento, ed un gorgo; poi si alza prestamente, e vi forma un ventre altissimo. I galleggianti che si fanno discendere pel *deferente*, vengono travolti dal gorgo, e non ricompariscono che verso la cima del ventre.

VIII. Se il ventre comincia a soperchiare le sponde ed a rinversarsi, l'efflusso prosegue per un po' di tempo anche dopo che siasi diminuita l'acqua nel *deferente*.

IX. Se i canali vengano disposti a scaglioni, in guisa che l'uno sia inclinato, e l'al-

tro orizzontale, e così alternativamente discendendo l'uno sempre diventi *deferente* e l'altro *ricevente* sino alla fine, tanti ventri si generano, quanti sono i *riceventi* orizzontali, e riescono rispettivamente i ventri o maggiori o minori, secondo che i *deferenti* si trovano più o meno inclinati.

Se, per esempio, ognuno de' *riceventi* si faccia di tre canali uniti, allora saranno cinque i piani orizzontali, cadauno di piedi 30 di lunghezza. Se i *riceventi* si facciano di quattro canali, quattro pure saranno i piani orizzontali, ognuno di 40 piedi. I *deferenti* rimangono sempre gli stessi, cioè di un solo canale.

X. Se, repristinati i canali, com'erano prima del caso precedente, si restringa il *ricevente* nel sito del ventre, o un po' al di sotto, il ventre, poste tutte le altre cose pari, si trova tanto maggiore, quanto più notabile è il restringimento.

Le predette sperienze possono essere variate a piacere in molte guise, o coll'accrescere la pendenza del *deferente*, o col-

l'aumentare la massa dell'acque, o col far tutte e due queste cose insieme, come si può rilevare dalla Tavola prima, dove sono raccolti un buon numero di risultamenti.

Ora veggiamo se si possa fare qualche utile applicazione di coteste sperienze, per maggiormente illustrar le dottrine che già furono a suo luogo premesse.

Gli sperimenti de' primi quattro numeri fanno chiaramente conoscere che il fenomeno del ventre nasce sempre da un improvviso ritardamento di velocità nell'acqua corrente.

Perciocchè se piccolo è l'angolo d'inclinazione, e quindi poco perde l'acqua della sua velocità, picciola del pari è la figura del ventre, come nel n.° I. Ma se la velocità dell'acqua nel *deferente* si accresca, o coll'aumentarne la massa, o col rendere più declive il piano, su cui essa discende, come nei numeri II e III, allora più copioso e rapido essendo l'afflusso, maggior ancora è l'inciampo e l'ingorgamento dell'acqua tutta ad un tratto raffrenata, e perciò essa si solleva e forma un ventre maggiore.

Finalmente se si pongano in opra nello stesso tempo tutti e due i mezzi, di cui fa uso la natura per animare il movimento dell'acque, il declivio e la massa, come si è fatto appunto nel numero IV, allora il ventre per doppio motivo debbe ingrandirsi e soprastare.

Dico soprastare, perchè questa è appunto la minacciosa attitudine ch'e' prende. Le sperienze del numero V ci mostrano la sua figura curva, eminente e convessa, con la salita dalla parte dell'acqua che sopravviene e con la discesa da quell'altra, dove l'acqua ripiglia e prosegue il suo corso.

Or chi non ammirerà la provvidenza della natura, ed insieme la costanza dell'eterne ed invariabili sue leggi? Noi abbiamo veduto in addietro, e si è ridetto poc'anzi, che la natura si serve di due mezzi per imprimere e mantenere il moto nell'acque correnti, la massa e il pendio. La massa trovasi essa poco notabile, come quella de' rivoli e pollezzuole di acqua fra le montagne? V'è allora un forte declivio che stimola ed instiga le acque. Il pendio va esso cessando gradatamente, a mi-

sura che i fiumi s'inoltrano nelle pianure? Allora si va sempre più aumentando il corpo dell'acqua. Manca finalmente all'improvviso, e quasi del tutto, la pendenza, come allorquando il piano diventa orizzontale? S'alza il fiume, si gonfia enormemente, e piglia quel corpo immenso che chiamiamo ventre, onde coll'altezza e col peso stimolar possa l'acqua impigrita a riprendere il suo cammino.

Che se il lato ascendente del ventre riesce più ripido del discendente, come si è veduto nello stesso numero V, ciò, s'io non erro, proviene dall'impeto stesso dell'acqua sopravvegnente, la quale investe e preme il fianco del ventre ad essa rivolto; laddove dall'altro lato, non avendo alcun ostacolo, si distende per un piano dolcemente inclinato, come per una pendice. Non altrimenti sul mare, allorchè soffia ed incalza un vento gagliardo, l'onda che si solleva, è più ripida e quasi dirupata da quella parte ch'è battuta e sospinta dal vento, mentre dall'altro lato, che per l'altezza del flutto resta riparato, e come al coperto del vento, essa discende meno aspramente e

quasi per una lunga falda; dal che appunto nasce quell'orribile alternar di scosse e di pause, e quel rullio che soffre il naviglio, il quale nel superar l'onda scoscesa si alza con la prora tutto ad un tratto, e quasi si rovescia all'indietro, laddove nel discendere sul fianco men ripido dell'onda stessa, non soggiace ad uno sbattimento sì fiero.

Ma nulla v'ha, come mi pare, che più servir ci possa di utile ammaestramento quanto le sperienze del numero VI, le quali ci fanno apertamente conoscere, anche nostro malgrado, quanto il subitaneo afflusso delle piene contribuisca ad accrescere negli alvei de' fiumi il corpo delle acque, e a renderlo così mostruoso ed esorbitante che da nulla sponda, o argine, non possa essere a freno tenuto.

Perciocchè quella medesima quantità di acqua, se passa a poco a poco, ed in un certo spazio di tempo, non produce che un gonfiamento leggiero; ma se tutta in un subito, e alla dilagata, venga a cadere nel letto, per cui dee scaricarsi, si vede che per mancanza di tempo e di luogo ella è costretta ad accumu-

larvisi ed a riversarsi da ogni lato strabocatamente.

Or se questa furiosa irruzione d'acqua, se questo terribile ammucchiamento proviene, come si è veduto, dalla estirpazion delle selve, che ammantavano un tempo e proteggevano le nostre coste montane, ora disertate ed ignude, chi non dirà esser gravissimo e sommo questo subbietto, se pur taluno non chiami lieve (e senza senno è questi) l'imminente sommersione e divastamento delle nostre più fertili contrade?

Molto ho già detto per risvegliarci dal nostro sonno in tanto pericolo; ma non poco mi resta a dire ancora, se la mia debil voce non affioca.

Le sperienze del numero VII spiegano bene, come mi sembra, gli effetti che noi veggiamo nelle cateratte de' fiumi, dove l'acqua, che divien rapidissima presso alla cascata, comparisce estremamente tenue ed esile; ma dopo la caduta si trasforma, come per prodigio, in un gran fiume. La cascata è il *deferente* precipitoso, e quasi perpendicolare, il fiume è il *ricevente* orizzontale.

Confrontiamo alcuno de' rapporti che ci furono fatti delle più celebri cateratte dagli storici e geografi antichi e moderni.

Plinio dice, che il Nilo, presso la cascata, rapido più d'un torrente, non corre già, ma ruina; il fragor è immenso; precipitato dalla rupe ed infranto, si ammansa tosto, e ricco d'acque prosegue pacatamente il suo corso, quasi che stanco fosse dal lungo viaggio (1).

Ma più vivace ancora è la descrizione che col suo lussureggiante ingegno ce ne fa Seneca. Egli rimarca che il Nilo, prossimo a cadere, si assottiglia per l'immensa velocità concepita e rapidamente passa fra le rocce per tenuissimi canali. E allorchè descrive l'audacia de' battellieri egizj, che su picciolo legno piombano con tutto il fiume, par di sentirne il tonfo, par di vederli travolti nel gorgo

---

(1) *Nilus, inclusus montibus, nec aliunde torrentior, vectus aquis properantibus, novissimo cataracte non fluere immenso fragore creditur, sed ruere; postea lenis confractis aquis, domitaque violentia, aliquid et spatio fessus, etc.*

Plin., *Hist. Nat.*, *lib. V*, *n.* 10.

e sommersi, e quando si teme già che sieno perduti, ce li fa ricomparire da lungi in sul colmo della corrente che discendono il fiume (1).

Dopo poi un altro gran tratto, allorchè presso Menfi stava per isboccar il Nilo dalla valle, dice il filosofo stesso che, passando velocissimo per gli scogli, si restringeva in due così minuti rivi, che dagli Egizj erano chiamati le vene del Nilo. Perciò dai sacerdoti e dai prefetti si celebravano annualmente in quel luogo solenni sagrificj, parendo a tutti cosa prodigiosa e sovrumana che que' due piccioli rivi potessero diventare quasi all'improvviso un fiume così magnifico e ricolmo di acque, com'è il Nilo (2).

---

(1) *Excipiunt Nilum cataractae, nobilis insigni spectaculo locus . . . . Bini parvula navigia conscendunt . . . . deinde multum inter rapidam insaniam Nili volutati, tandem tenuissimos canales tenent, et cum toto flumine effusi, magnoque spectantium metu in caput nixi, cum jam adploraveris, mersosque atque obrutos tanta mole credideris, longe ab eo in quem ceciderant loco navigant, etc.*
Sen., *Nat. Quaest.*, *lib.* 4, *n.* 2.

(2) *Post magnum deinde spatium duo eminent*

Chi non vede la rapida discesa dell'acqua pel *deferente* pressochè verticale, il travolgimento dei galleggianti, la loro ricomparsa su la cima del ventre, ed il fiume cresciuto di corpo per il ritardo della velocità prodotto dalla repentina cessazion del pendio?

Nè differenti sono le narrazioni che ci fanno i moderni della famosa cascata del Reno presso Lauffen, che si risolve quasi tutto per l'impeto in una specie di pioggia, e getta lo sprazzo per buon tratto all'intorno; o dell'altra più ancor maravigliosa, e forse la più bella della terra, quella di Niagara, dove si precipita con tanta rapidità da una grande altezza il fiume S. Lorenzo, che trae seco nel gorgo perfino i volatili che passano ad una notabile distanza (1). Cotali fiumi e tanti al-

---

scopuli: Nili venas vocant incolae, in quibus magna vis effunditur, sed non quanta operire posset Ægyptum. In haec ora stipem sacerdotes, et aurea dona praefecti, cum solemne venit sacrum, jaciunt. Hinc jam manifestus novarum virium Nilus alto ac profundo alveo fertur.

Id. ibid. ut supra.

(1) *Tableaux pictor. de la Suis.*

Kant, *Geogr. Fis.*, *tom.* 4, *n.* 11, ecc.

tri che presentano questo imponente spettacolo, passano tutti, quasi all'improvviso, da una massima pendenza e velocità ad un piano o poco o nulla declive, e ad un gran ritardo di moto. Ecco il perchè, dopo la caduta, prendono un corpo immenso, e di gran lunga maggiore di quello che innanzi appariva.

Vero è che i nostri sperimenti sono bazzicature e fanciulleschi giuochi, verso di queste grandi e magnifiche operazioni della natura, ma guai al patrimonio delle nostre cognizioni, già così povero, se dalle cose picciole non potessimo dedur le grandi! D'altronde dall'ombra di un pigmeo si può conoscere l'altezza di una torre, o anche del Pico di Teneriffa, e l'induzione è giusta.

Non inutile osservazione, come mi sembra, ci porge pure il numero VIII, quella cioè che qualora sia già cominciata la effusione del ventre, non s'arresta ella più se non a stento, quand'anche si minori l'afflusso dell'acqua, il che rende quel fenomeno ben ancora più singolare.

La ragione, se mal non m'appongo, nasce

da ciò, che l'acqua già esistente nel tronco superiore e gonfio del fiume, prosegue a sopravvenire con furia, e ad alimentare il corpo del ventre, anche al calar della piena, come succede ad una fontana, la quale continua per qualche tempo il getto anche se le venga troncata l'acqua ne' canali lontani e superiori, perchè il fluido che già riempiva da quel punto in giù l'acquidotto, continuando a scorrere, può per alcun tempo ancora nudrirla.

Oltre ciò, la tenacità che vi è fra le parti dell'acqua, giacchè non ne son prive certamente, adopera che il fluido traboccante con impeto attragga e strascini seco anche quello ch'è più lontano, e faccia in certo modo l'uffizio del sifone, pel quale una volta che istradato sia, e cominci a fluire il liquore, prosegue poscia a discorrervi, e sale appunto da una parte, perchè dall'altra cade, finchè tutto si esaurisca.

Non immeritevoli di attenzione mi sembrano anche le sperienze del numero IX, come quelle che ci fanno ravvisare la vera causa degli alternativi alzamenti e delle depressioni che s'incon-

trano a vicenda nel livello delle piene lungo il corso delle riviere, in guisa che talvolta è forza di domandare a sè stesso: È questo il medesimo fiume?

Come potrebbesi spiegare in altro modo, perchè il Po nella gran piena del 1719, di cui ho già parlato nella prima Parte, avesse un ventre alla Buffalora di sei piedi, uno a Cremona minor di cinque, indi al Taro crescesse fin quasi ai sette, poi al Crostolo ritornasse sotto i cinque, e finalmente a S. Benedetto il colmo del ventre massimo salisse a dodici piedi sopra il livello della fiumana? Come s'intenderebbe il motivo, per cui, nell'altra terribil piena dell'Adige, accaduta l'anno 1721, avesse quel fiume, il secondo d'Italia, un ventre a Legnago di piedi 5 sopra l'altezza comune della piena, uno più alto al Castagnaro di 8, ed a Borgoforte uno altissimo di 12? (1).

Chi non direbbe capricciose le livellazioni della Brenta in piena, fatte da Fra Giocondo,

---

(1) Zendr., *Leggi e fenom.*, *cap.* 5 *e seg.*

uomo, dirò così, primaticcio e raro a' suoi tempi, il quale trovò il colmo della fiumana alla Mira di piedi 7, a San Bruson di 9, a Strada di 15, ed allo insù maggior ancora d'assai? (1).

Egli è chiaro che in quel tronco, venendo meno quasi in un subito la pendenza del piano, dovea formarvisi anche allora il ventre, ond'è ch'erano costretti fin da quel tempo i Padovani a mantenere in certi siti argini così eminenti, che, al par di que' di Fiandra, meritarono d'essere nella divina Commedia raccordati (2).

Che se in vece di essere i piani orizzontali, come nelle sperienze del menzionato num. IX, si concepiscano o concavi, o avvallati, o acclivi, con alte sponde laterali, lasciando i *deferenti* come sono nel numero stesso, l'acqua vi formerebbe tanti rigurgiti e tanti laghetti, quanti fossero que' piani così configu-

(1) Scritture per la diversione della Brenta.

(2) « E quale i Padovan lungo la Brenta.
Per difender lor ville, e lor castella, ecc.
Dante, Inf. Cant. XV.

rati, il che è sì chiaro di per sè, che non ho creduto esservi mestieri di appositi sperimenti.

Con ciò s'intende agevolmente come talora un fiume divenga lago, ritorni fiume, si converta di nuovo in lago, e così con una serie di simili vicende per quasi tutto il suo corso.

Nota Plinio fra le cose singolari e memorabili che lo Strimone, il quale discendeva, come oggidì, dal Monte Emo, passasse per sette laghi, prima di prendere un corso regolare (1).

Ma non si conoscevano ai tempi di Plinio nè la Svezia, nè la Prussia, nè la Russia, e molto meno l'America Settentrionale, dove questo fenomeno è quasi familiare.

Non meno conforme alle leggi della natura è l'effetto che proviene dalle sperienze del num. X, ed ultimo.

Si è più volte ripetuto che l'acqua prima di passar per uno stretto, s'innalza, si gonfia

---

(1) . . . . *Amnis Strimon ortus ab Haemo; memorandum in septem lacus eum fundi priusquam dirigat cursum.*

Plin., *Hist. Nat., lib. 4, cap. 17.*

e forma un rigurgito, mercè il quale acquista la virtù di ripigliar forza e di restaurare il moto che l'ostacolo dell'angusta gola aveva spento, o assai diminuito.

Or se questo inciampo si trovi, come nel caso nostro accade, in quel sito appunto dove si genera il ventre, egli è ben naturale ch'esso cresca mostruosamente di corpo. Perciocchè se nemmen l'acqua sola del fiume, quando è nel suo stato ordinario, non può passar per quelle fauci senza un ringorgo alle spalle che la stimoli e la prema, qual immenso gonfiamento, qual ventre non dee farsi, allorchè sopraggiunga una piena strabocchevole e subitana?

Ma forse la singolarità della materia, che, come ho accennato altrove, può dirsi ancora pressochè nuova, mi ha di soverchio trattenuto. Passiam ora a vedere alcuni tentativi diretti a conoscere gli effetti delle confluenze.

CAPO X.

Sperimenti sulle confluenze de' fiumi, e loro applicazione.

Ciò che importa sopra tutto di conoscere nelle confluenze de' fiumi, egli è: 1.° quando segua o non segua la commistione e compenetrazione delle acque; 2.° quale sarà la direzione che prenderà il fiume dopo la confluenza, e quale il sito della ripa dove avrà luogo la percossa; 3.° quale e quanto sia il rigurgito che può succedere nell'unione dell'acque; 4.° qual sia l'aumento di altezza e di velocità che acquistano i fiumi uniti. Riserbando a più acconcio luogo la ricerca del quarto fenomeno, si parlerà qui dei tre primi.

Ma come far questi sperimenti co' nostri canali di legno, i quali, avendo i lati duri e resistenti, non danno alcun indizio nè del luogo preciso, nè del grado di forza, con cui vanno le acque unite a battere la sponda? E come argomentare gli effetti delle confluenze

de' fiumi dai piccioli canali e rigagni d'acqua, di cui noi possiamo servirci, se questi sono, a paragon delle grandi riviere, come que' vasellini impercettibili che irrigano il bianco dell'occhio, in confronto dei più grossi tronchi delle arterie e delle vene.

Queste difficoltà sono verissime; ed egli è appunto perciò, com'io credo, che sul proposito delle confluenze gl' idraulici, o poco scrissero o si limitarono alle teorie ed alle leggi generali del moto.

Nulladimeno a me sembra che possa trarre un qualche profitto anche dagli sperimenti con canali artefatti, qualora si usino le seguenti avvertenze.

La prima si è che il canale, faciente l'uffizio di fiume, abbia una certa dimensione notabile, massime in larghezza, sicchè contenga la maggior quantità d'acqua che ci sia possibile di avere e di maneggiare.

La seconda, che uno de' lati, in cambio d'essere di legno, sia vestito con panno di seta o di lana, il quale non lasci trapelar l'acqua. Il panno però esser non dee molto teso, af-

finchè più facilmente ceda e s'incurvi, e così mostri il sito dove l'influente fa battere l'acqua del fiume. Oltre ciò, coll'applicar la palma della mano dietro il panno, si giudica meglio ancora dell'urto col tatto, di quello che sia coll'occhio, poichè, facendo scorrere la mano lungo la stoffa, si trova con sicurezza il punto vero della percossa, e se ne distingue il grado maggiore o minore.

La terza, che quanto l'acqua del fiume è chiara, l'acqua dell' influente sia torbida; ed allorchè all' incontro torbida e limacciosa è la prima, sia la seconda diversamente ad arte colorata, il che agevolmente si ottiene con varie sostanze di poco prezzo e comuni, le quali vi si gettano dentro. Ciò tende a far meglio ravvisare il conflitto dell'acque, il cammino che tengono dopo la confluenza, e la maggiore o minor prontezza di mescolarsi e confondersi insieme.

Il canale da me disposto, e fungente le veci di fiume, aveva tre piedi di larghezza ed uno di altezza. La lunghezza poi poteva portarsi fino a sessanta piedi, mercè l'unione di sei canali, tutti lunghi dieci piedi, nel resto pari.

La sinistra sponda di legno era ammovibile in ogni canale, ed essendo il panno posto in telajo, od a cornice, poteva sostituirvisi, in uno o più canali, facilmente ed a piacere. L'acqua dell'influente s'introduceva sempre per la destra sponda, e ciò col mezzo di canali di varie dimensioni. Or ecco il risultamento de'tentativi che si son fatti. La tavola II ne porge il numero e il dettaglio.

I. Se l'influente s'introduce nel fiume dolcemente, e quasi paralello, non si scorge con l'occhio, nè si sente con la mano alcuno sforzo ed impulso in verun sito particolar della sponda. Il panno vien soltanto un po' più premuto equabilmente per tutta la sua lunghezza. Ciò accade anche se si accresca l'acqua nell'influente.

II. Se, in tal caso e posizione, il fiume sia chiaro e l'influente torbido o colorato, l'acqua di questo cammina presso la sponda che gli è vicina, senza confondersi con quella del fiume. Rassembra essa ad una fascia distesa per lo lungo, o rossiccia, o gialla, o scura, secondo che l'acqua si tinga con terre colo-

rate, o con fanghiglia, o in altro modo. Che se si aumenti la massa dell'acqua nel fiume, quella dell'influente si stringe ancora più verso la sua sponda, parendo allora che la fascia siasi come ripiegata sopra sè stessa. Nei lembi però delle due acque, dov'esse si toccano, i colori si meschiano un poco, e l'uno entra, per così dire, nel confine dell'altro, quasi come veggiamo accadere in quelli dell'arco celeste.

III. Ma, se si faccia maggiore l'angolo della confluenza, e molto più se in pari tempo si accresca la massa dell'acqua nell'influente, allora si rende sensibile e all'occhio e alla mano, l'impulso sull'opposta sponda. L'acqua dell'influente penetra più addentro nel seno del fiume e vi si confonde più presto.

IV. La strada che prendono le acque unite, non è nè secondo la direzione del fiume, nè secondo quella dell'influente, ma tengono esse a un dipresso una via di mezzo. Ciò si rende visibile mercè un galleggiante, fatto in forma di picciolo schifo, o in altra guisa, il quale, posto sull'influente o sul fiume, ci ad-

dita la linea del cammino che tengono le acque dopo la confluenza.

V. Cotesta linea tanto più discende, e va a battere di lontano, quanto più la forza del fiume supera quella dell' influente; ed all' incontro, tanto più ascende e si accorcia, quanto più l' influente divien forte ed impetuoso. Per render ciò manifesto, giova stropicciare la prora dello schifo con gesso, o tingerla con altra materia che al tocco lasci il colore; poichè il galleggiante imprime in tal guisa sul panno una marca che insegna il punto dove va l'acqua a colpire.

VI. Espressamente dove il galleggiante percuote la sponda, e vi lascia impresso il segno, ivi è che il panno s'incurva più che in altro sito, e che la mano si accorge farvisi dall'acqua lo sforzo e l'urto maggiore, cosicchè se la sponda non resistesse alla nuova tendenza del fiume, esso rivolgerebbe il corso a quella parte e in quella direzione.

VII. Se l'angolo della confluenza si faccia retto o prossimo ad esso, e molto si aumenti la velocità e forza dell' influente, coll'accre-

scerne il declivio e la massa, possono le sue acque giungere a trapassar tutto il fiume, ed a battere nell'opposta ripa, senza quasi alcuna commescolanza, e conservando distintamente il proprio colore.

VIII. In tutt' i casi, ne' quali il galleggiante va a battere con qualche forza in una delle sponde, viene ribattuto contro la sponda opposta, e da questa nuovamente contro quella. Gli angoli di riflessione sono in sul principio pressochè uguali a quelli d'incidenza, ma poi a poco a poco si discostano da questa proporzione; le distanze dei ribattimenti si fanno via via maggiori, e il galleggiante tende a prendere il corso retto.

IX. Se l'influente ha poco declivio ed acqua bassa, ed all'incontro sia più alta l'acqua del fiume, nasce nell'influente un rigurgito, il quale si accresce e si alza, fino a tanto che si ponga a livello coll'acqua del fiume.

I galleggianti, che prima discendevano per l'influente, o sono respinti, o si arrestano poco lungi dalla foce, dove si aggirano qua e là senza poter entrare nel fiume. Ma i corpi un

po' più pesanti che possono nuotar sott'acqua, e non vanno a fondo, camminano senza fermarvisi e passano nel fiume.

X. Se l'acqua del fiume si alzi per modo che il suo livello sia superiore a quello degli argini dell'influente, il rigurgito trabocca da tutte e due le ripe dell'influente medesimo, nè più s'arresta il traboccamento e la effusion laterale, finchè la superficie dell'acqua del primo non ritorni a livello col ciglio degli argini del secondo.

Si veda ora se trar per avventura si possa qualche uso, e qualche utile applicazione, anche da questi tentativi.

Le sperienze nel numero I ci fanno chiaramente conoscere la ragionevolezza di ciò che si è avvertito a suo luogo, cioè, che nella immissione di un fiume minore in un maggiore giova di farla in modo che l'influente s'introduca, e quasi s'insinui furtivamente, e senza urto e contrasto alcuno, nel fiume principale.

Perciocchè si accrescerà bensì nel detto caso la forza della pression laterale nelle

sponde, come debbe necessariamente accadere coll'aumentar la massa e la colonna dell'acqua, e come succede in qualunque vaso non pieno, se vi si aggiunga dell'altro fluido; ma questa forza sarà equabilmente distribuita e diffusa sopra tutte le sponde del fiume, senza dirigere e concentrar l'urto in un luogo solo della ripa.

Or ciò appunto, che può rendere pericolosa una confluenza, egli è, ch'essa spinga il fiume ad urtare con tal impeto e con tale violenza in una qualche porzione dell'argine opposto, che debba questo cedere al riunito e combinato assalto dell'acque; laddove quel medesimo sforzo, se sia dilatato e disperso sopra tutti i punti dell'argine, può essere agevolmente, e senza verun pericolo, sostenuto e respinto.

Le stesse sperienze, e segnatamente quelle del num. II, ci porgono il modo di spiegare con qualche plausibile ragione il curioso fenomeno, di cui ho altrove recati alcuni esempj (1). Esso è quello de' fiumi che si

(1) Vedi sopra cap. VIII.

uniscono insieme senza commescolare e confondere per lungo tratto le lor acque.

Ciò è senza dubbio dovuto in primo luogo alla dolcezza di un' amica confluenza, com'è la quasi parallela, la quale, ponendo soavemente le acque l'una allato dell'altra, ed evitando ogni urto e conflitto, fa che possano buona pezza camminare appajate, e ciascuna lunghesso la propria sponda. Ma oltre ciò vi contribuisce pur anco la natura particolare dell'acque, qualora massime sieno esse pregne di materie straniere ed eterogenee, come accade appunto a quelle delle fiumane, nelle quali sono disciolti e zolfi e sali, e terre e vegetabili, e corpi imputriditi e tante altre mondiglie, ond'è, che camminando su pe' greti di un fiume dopo una gran piena, non solo vi si ammirano qua e là le ruine prodotte dalla furia dell'acque, ma vi si sente altresì un odor fetido e soffocante.

Io aveva fatto da me stesso questa osservazione; ma vidi poi di essere stato prevenuto da altri scrittori (1). La piaggia deserta, su

(1) *J'ai souvent remarqué que lorsqu'une rivière*

cui è passata la fiumana, rassembra ad una specie di campo di battaglia; la desolazione, il puzzo ed il tristo silenzio regnano in ambedue.

Ora coteste parti crasse ed oleose e saline, ed alluminose e calcaree ed altre infinite, onde sono imbrattate e zeppe l'acque torbide e sudice delle piene, danno alle medesime una viscosità lor propria, e un vario peso specifico e rispettivo, per cui o l'una respinge l'altra, o può andar questa sceverata e distinta da quella.

éprouvait une crue subite et considérable, et qu'elle était chargée de terre et de limon, il se dégageait des eaux un air infecte et méphitique, etc.

Bern., *Nouv. princ. d'Hydraul.*, *chap. III*, *sect. X*, *n.* 307.

La fonte des neiges et des glaces, se trouvant jointe à la grande pluie qui tombait, avait entrainé les plus grandes masses, qui, roulant et bondissant de rochers en rochers, et se heurtant dans leur chûte, avait occasionné ce bruit, etc. Le foie de soufre contenu dans le feld-spath, s'était degagé par le même frottement, et avait été pris pour odeur de soufre, etc.

Dis. prélim. aux voyag. pitor. de la Suisse.

Ciò spiega bene, s'io non erro, il prodigio, che fe' cotanto stupire gli antichi, quello cioè del celebre fiume della Tessaglia, chiamato l'Orco, il quale aveva l'acque sempre zaffardose e quasi nere, e quindi era comunemente creduto per uno de' fiumi infernali.

Si sa ch'esso entrava nel bel fiume Penéo, il quale, ognora limpido e puro, andava serpeggiando con placido piede per l'amenissima valle di Tempe; ma l'uno non potea mescolarsi coll'altro.

Or Plinio che si compiace spesso di spiegare i fenomeni della natura con le opinioni religiose e popolari, dice che il Penéo disdegnava di frammischiar le sue acque argentee e pure con quelle di un fiume esecrabile e destinato a punire i malvagi nelle regioni di Averno (1).

Ma il fatto è, che l'acque sozze, bituminose e fosche dell' Orco mal potevano com-

---

(1) *Peneus accipit amnem Orcum, nec recipit, sed brevi spatio portatum abdicat, poenales aquas dirisque genitas, argenteis suis misceri recusans.* Plin., *Hist. Nat.*, *lib. IV*, *cap.* 16.

binarsi ed unirsi con le cristalline e chiarissime del Penéo. La loro natura ed il peso erano troppo differenti.

Se però, quando è dolce ed amica la confluenza, e quando l'influente asseconda il genio del fiume, le acque concordi serbano spontaneamente la direzione primiera, ben diverso è l'effetto, allorchè cresce l'angolo della confluenza, e l'influente cade con forza sul fianco del fiume. L'esperienze della terza, quarta e quinta serie lo dimostrano appieno.

Egli è palese che l'acqua in tali casi, essendo sospinta da due diverse forze, che più o meno si combattono, non può seguire nè l'una nè l'altra, ma dee camminar per la diagonale, in modo però che obbedisca meglio alla forza maggiore che alla minore.

Perciò, qualora il fiume è più forte e poderoso dell'influente, esso cede meno, e quasi a stento, all'impulso di questo, e quindi la diagonale è più lunga, ed il sito, dove battono le acque unite, più lontano; ed all'opposto quanto più l'influente cresce di forza e di potere, tanto meno il fiume resiste e

quindi la diagonale si accorcia, e il punto, dove vanno a ferir le acque congiunte, divien più vicino.

Così la barca, che passar voglia un fiume impetuoso ed abbia un debole rematore, vien trasportata lungamente dall'acqua, prima che giunga alla riva; ma se placido sia il fiume ed il rematore gagliardo, allora il navicello fa una linea più breve, ed approda talora quasi dirimpetto al luogo d'onde ha salpato.

Fu quindi assai giudizioso e sagace il partito preso dal Guglielmini e dal Grandi, quello cioè di applicare alle confluenze de' fiumi la teoria del moto composto (1). Perciocchè sebbene sia l'acqua formata d'innumerabili particelle mobilissime e facili ad essere disgregate e disperse, pure i fenomeni delle confluenze non si scostano di molto dalla indicata teoria.

Lo stesso autore dei nuovi principj d'idraulica, il quale, come ho già detto altrove, pare che siasi proposto di abbattere le dot-

(1) Guglielm., *Nat. de' fiumi, cap. VIII.* Grandi, *Movim. dell'acque, lib. I, cap. IV.*

trine e la gloria degl'italici scrittori, trova che in questa parte hanno detto qualche cosa di buono (1).

Nè in idraulica soltanto ha luogo questa legge della natura. Anche nel contrasto fra la nostra ragione e le passioni, noi seguitiamo spesso una diagonale, non potendo essere del tutto buoni, nè volendo essere affatto cattivi. Anche nei casi difficili, e nella discrepanza de' pareri, noi prendiamo solitamente i partiti medj, i quali però son rade volte i migliori.

Ma tornando ai fiumi, l'esperienze del num. VI ci fanno comprendere che dove va a concentrarsi ed a colpire la congiurata forza dell'acque, ivi è appunto che l'argine si trova esposto al maggior pericolo di esser vinto e demolito, ed ivi è che il fiume tenta di aprirsi un varco per invadere le vicine e le lontane contrade.

---

(1) *Dans le chap. VIII de Guglielmini . . . sur la manière dont les eaux agissent en se mêlant à d'autres eaux . . . . on y trouve beaucoup de choses vraies; mais les articles les plus importans sont appuyés à une théorie fausse.*

Bern., *Nouv. princ.*, *disc. prélim.*

Di che ne abbiamo un insigne e magnifico esempio in molti gran fiumi, i quali dalla forza e dall' impeto degl' influenti sono costretti a deviare dal primo lor corso, ed a prendere un altro cammino.

Vero è che la provvidenza della natura rintuzza il più delle volte l'urto, o, per dir meglio, bilancia lo sforzo degl' influenti laterali, ponendoli in opposizione tra loro, e facendoli discendere, quasi con forze pari, da due opposte catene di montagne, come già si è detto fin dal principio, sicchè una parte di essi cadendo su la sinistra, ed una parte su la destra del fiume, nessuno di loro può restar prevalente, ed il fiume in tal guisa è ritenuto a un dipresso nel mezzo. Vero è pure che la natura munisce sovente da entrambi i lati le vaste riviere di coste scoscese, di roccie e d'altre robuste ripe fabbricate di propria sua mano, e nelle sue maravigliose officine.

Ma dove cessano i monti, o non esistono che da un lato solo, dove i gran fiumi non sono fiancheggiati da rupi, e da sponde insu-

perabili, dove si distende, come spesso succede, una immensa pianura, ed un vasto orizzonte, ivi è che i fiumi obbediscono, come ho detto, agl'influenti laterali, se ve n'ha d'imperiosi e preponderanti o per numero o per propria possanza.

L'Ebro di Spagna, per esempio, battuto sul fianco sinistro da una moltitudine d'impetuosi torrenti e fiumi che precipitano dai Pirenei, come sono l'Aragone, la Cinca, il Gallego, l'Isuera, il Cicori, e molti altri, i quali non sono contrabbilanciati dai fiumi minori, e meno rapidi che procedono dai monti Castigliani, l'Ebro, dico, ceder si vede manifestamente alla forza superiore de' primi, ed è costretto ad allontanarsi per una diagonale sempre più dai Pirenei.

Il Reno di Germania riceve una spinta sì forte dal Meno, da cui è investito sul destro lato ad angolo retto, ch'è forzato di piegarsi all'Occidente; nè più forse si raddrizzerebbe, se la Mosella non venisse opportunamente a respingerlo verso l'opposta parte. Ma egli serba però, anche dopo, un chiaro indizio del superante impulso del Meno.

Ma più ancora manifesto e visibile è ciò nel Danubio, il quale prosegue dirittamente il suo corso verso l'Oriente, finchè i fiumi della Svevia e della Baviera, ch'entrano in esso, si equilibrano in certo modo tra loro. Ma quando tutte le acque della Moravia e dell'Alta Ungheria, che discendono dalla gran catena dei monti Carpazj, il Muro, la Teja, il Grano, il Vago, il Tibisco ed altri fiumi, gli cadono sul manco lato, allora è costretto da tanta mole d'acque cospirate a rivolgersi al mezzogiorno; se non che poi la Drava e la Sava, entrando per la destra sponda, lo fanno ritornare alla sua tendenza primiera, quella, cioè, di mirare in faccia, sino che giunge alle foci, il sole che nasce.

L'esperienze dunque del num. VI, di cui parliamo, possono rendere una ragione, come mi sembra, non solo delle parziali corrosioni e delle rotture che succedono negli argini, o per fortuita o più spesso per imprudente, e da noi procurata impressione e percossa dell'acque contro un solo punto di essi, ma spiegano eziandio in qualche modo l'origine dei

gran gomiti e delle immense piegature e deviazioni dal loro corso de' fiumi reali.

Dico in qualche modo, perchè io non riguardo, giova ripeterlo, quest'esperienze e queste applicazioni, se non come semplici tentativi per eccitare gli altri a migliorarle ed estenderle.

Anche il fenomeno, già riferito in addietro, di precipitosi torrenti che trapassarono talora da parte a parte fiumi ragguardevoli, ed ebbero anche l'ardire e la forza di arrestarne per qualche istante il corso, questo imponente fenomeno, dico, è adombrato negli sperimenti del num. VII.

Un tal effetto è dovuto senza dubbio alla insigne velocità, la quale, non lasciando alle parti del fluido il tempo di poter disgregarsi, fa ch'esso adoperi ed agisca come se fosse un corpo solido, di che ne abbiamo esempj numerosi.

Per tralasciare il notorio sperimento della candela di sego, che spinta dall'archibugio trafora un asse, come fa la palla di piombo, cosa v'ha di più mobile e leggiero dell'aria

e cosa v'è di più violento e terribile di essa, quando è rapidissimamente concitata, come nelle procelle e negli uragani? Ma, per parlare dell'acque, noi veggiamo che i gran fiumi sospingono in grembo dell' Oceano per molte leghe le loro acque dolci, senza che si confondano con le marine.

Que' che si nomano *marangoni*, o sia *tuffatori*, e che si calano in mare, incontrano spesso copiose sorgenti d'acque native che sgorgano dal fondo e salgono a traverso dei salsi flutti, senza permischiamento, e purissime. Anzi v'ha talora di così vivaci e veementi zampilli che a guisa di fontane sprizzano fuori nell'aria, e ben al di sopra della superficie del mare.

Più volte, preso uno schizzatojo, ripieno di vino rosso, io ho trapassato con lo zampillo quel bellissimo velo che fa l'acqua in cadendo dalla cresta delle pescaje, sicchè vagamente pareva trafitto, e versar sangue; ma conviene però che l'acqua sia dilatata in falda sottile, e che sia fine il velo, altrimenti lo zampillo, avvegnachè veloce, resta vinto ed oppresso dalla massa dell'acqua cadente.

Insomma qualora un influente investa il fiume con impeto, e gli si avventi sul fianco ad angolo quasi retto, può trapassarlo da banda a banda, come vedemmo essere avvenuto alla Mosella ed al Rodano più volte (1).

Ora il fiume attraversato forma tosto un rigurgito, per cui dee bensì rialzarsi in su le prime e retrocedere, ma questo stesso alzamento dà poi al fiume la forza di reprimere e di far piegare l'orgoglio dell'influente precipitoso, cosicchè sempre breve suol essere questo sconcerto che la natura tende provvidamente a correggere.

Ma di più esteso uso ed applicazione sono le osservazioni del num. VIII, come quelle che c'insegnano verificarsi anche nell'acque a un dipresso la legge delle incidenze e delle riflessioni come ne' corpi duri ed elastici.

Perciocchè con questa norma l'architetto d'acque, quando però sia giudizioso ed accorto, può prevedere e calcolare gli effetti delle svolte, delle corrosioni degli argini e

(1) Vedi sopra cap. VIII più volte citato.

delle lunate, come pure dei muraglioni, o pennelli, o altri ripari fatti e da farsi lungo il corso dei fiumi.

Ho detto quando sia giudizioso ed accorto, poichè non vuolsi applicare rigorosamente ai fiumi ciò che veggiamo accadere all'acqua nei canali retti e regolari, o alle palle ribattute dalle sponde di un trucco.

La varia configurazione delle ripe, i loro seni e le flessuosità irregolari, la molta larghezza del letto, l'incostante declivio del medesimo, e sopra tutto la deposizione delle ghiaje e delle sabbie che si ammucchiano spesso qua e là, e formano scanni e ridossi nell'alveo del fiume, tutte queste circostanze e combinazioni portano qualche modificazione alla regola indicata, e debbono quindi aversi in riflesso da un ingegnere avveduto e riguardoso, onde il giudizio, o pronostico ch'e' farà sull'effetto delle altrui o delle proprie operazioni idrauliche non sia come quello di alcuni medici promettitori, che trovano estinto e già pianto il malato, cui poche ore innanzi felicitavano salvo e sicuro.

Più d'ogni altro però meritevoli, s'io vedo il vero, di seria considerazione sono gli sperimenti degli ultimi numeri IX e X, come quelli che ci pongono sotto gli occhi la dolorosa immagine dello stato in cui si trovano le nostre più fertili e popolate province.

L'altezza prodigiosa degli argini del fiume principale, o sia del comun recipiente, rende necessaria una egual elevazione negli argini di tutti gl'influenti laterali; altramente le grandi e smoderate piene di quello, rigurgitando sopra questi, si rinverserebbero sempre dalle loro sponde più basse.

Sono dunque le nostre campagne presentemente barricate per lo lungo e per traverso, da forti e numerosi trinceramenti che le riducono ad essere come tante carceri ed avelli, dove si chiudono e stagnano le acque traboccanti dai fiumi maggiori, e le lor proprie interne e locali.

Se una delle nostre città fosse costruita in sì strana guisa che le strade tutte, e maestre e trasversali, fossero più alte dei tetti delle case, dove più avrebbero sfogo le acque del

cielo? Chi abitar potrebbe questa pozzanghera fetente, o piuttosto sepolcro?

Eppure tal è il quadro luttuoso di molte delle nostre contrade. Dalle immense moli di acque che ora ci piombano addosso all'improvviso, noi siamo costretti ad imprigionarci fra mura e barriere, che noi stessi ci alziamo a fronte ed ai lati e d'ogni intorno. E Dio pur volesse che sostener si potessero questi argini, fatalmente nello stato attuale di cose necessarj, che ci vedremmo almeno, come pur troppo accade, dall'acque delle rotte sommersi e seppelliti!

Ma troppo senza dubbio io mi sono esteso in questo Capitolo. Un solo cenno chieggo di poter aggiungere per esattezza.

Mostrano gli sperimenti del num. IX, che qualora rigurgita il fiume nell'influente, i corpi natanti sott'acqua camminano innanzi, e passano, sebbene adagio, dall'influente nel fiume, mentre i galleggianti o vanno a ritroso, o stanno roteando presso la foce.

Ciò spiega e fa vedere anche cogli occhi che i fiumi, allorchè si trovano nelle circo-

stanze di un vaso ripieno d'acqua, presentano a un dipresso gli stessi fenomeni, e seguono prossimamente le stesse leggi.

Or siccome in un vaso la pressione si fa maggiore, e cresce la forza dello zampillo, quanto più vi si aumenta la copia e l'altezza dell'acqua, così nel caso nostro l'acqua superiore dell'influente, combattuta e respinta dal rigurgito, o non si muove, o s'aggira, ma la inferiore dalla massa e dal peso è quasi spremuta e cacciata nel fiume.

Ecco il perchè ho detto altrove che la celebre dottrina de' Foronomisti, la quale fu dai moderni assolutamente proscritta, può in qualche caso, e massime in quello de' rigurgiti, aver luogo anche ne' fiumi, il che io mi era riserbato espressamente di comprovare (1).

Perciò una tolleranza saggia ed illuminata è quella che conviene più di tutto al filosofo. Nè l'amor pazzo, nè l'odio cieco de' sistemi ben si addice a chi cerca il vero.

---

(1) Vedi sopra cap. IV in fine.

Ma, dopo le confluenze, l'ordine mi chiama a dir eziandio qualche cosa de' tentativi fatti sulle diramazioni e diversioni de' fiumi.

CAPO XI.

Sperimenti sopra le diramazioni e le diversioni de' fiumi.

Due sono gl' importanti oggetti di questi sperimenti. Il primo è di conoscere, se nelle piene de' fiumi ci possa esser utile l'uso delle diramazioni e diversioni. Secondo, qual sia l'effetto delle medesime sul decubito delle bellette, e sull' interrimento del letto de' fiumi.

Dopo alcuni tentativi mi sono convinto, non potersi, se non assai difficilmente, far uso in queste sperienze de' nostri canali artefatti di legno, attesochè, dovendo avere le acque de' diversivi un corso notabilmente lungo, affinchè se ne rendano ben visibili e manifesti gli effetti, il gran numero di detti canali a ciò necessarj, ed il loro maneggiamento, porterebbero un grave imbarazzo e dispendio.

Per lo che stimai più acconcio di scegliere a tal uopo un bastevole spazio di terreno, insensibilmente inclinato, e quasi orizzontale, sul quale io poteva distribuir a piacere un rivo copioso d'acque. Ed, oltre ciò, v'era il vantaggio di aver l'acqua, eziandio in tempo di piena, e in ogni stato di torbidezza, poichè veniva la medesima derivata, col mezzo di una pescaja, dalla riviera vicina.

Ho dunque disposte le cose in guisa che nell'accennato rivo, il quale far doveva le parti di fiume, ed il quale perciò chiamerassi quind'innanzi con tal nome, potessero aprirsi, per via di porticelle praticate alle sue sponde, due, tre, quattro e fino ad otto bocche, o diversivi, da cui l'acqua passasse in altrettante gore o canali, parte tirati a destra, e parte a sinistra del fiume.

Avevano essi due piedi di altezza ed uno di larghezza, e si estendevano, senza serpeggiare e quasi dirittamente, nella pianura per circa mille e quattrocento piedi. Nel rivo poi, rappresentante il fiume, il quale aveva quattro piedi di larghezza e due di altezza, l'ac-

qua poteva essere comodamente mantenuta più o meno secondo il bisogno richiesto dagli sperimenti.

Predisposte in tal modo le cose, e variate in molte guise le circostanze, sia nel numero de' diversivi, sia nella massa dell'acque, sia nella durata de' tempi, come apparisce dalla Tavola terza, si notarono i seguenti fenomeni:

I. Aperti uno o due o tre diversivi, 1.° l'acqua entra nei canali di derivazione con impeto, ma poi comincia a poco a poco a ritardarsi ed a gonfiarsi. 2.° L'acqua del tronco superiore del fiume si abbassa in su le prime fino ad un certo segno e ad una certa distanza. 3.° L'acqua del tronco inferiore retrocede ed entra essa pure ne' diversivi. 4.° Dopo un qualche spazio di tempo l'acqua dei diversivi si pone a livello con quella del fiume, ma questo allora trovasi alquanto più tardo e più alto di quello ch'era innanzi che si aprissero i diversivi.

II. Se in vece di una o due o tre bocche de' diversivi, come nel numero precedente, se ne schiudano quattro, cinque, sei e fino a

tutte otto, si rendono ancora più notabili gli effetti or ora indicati. L'acqua del fiume nei primi momenti si abbassa più sensibilmente; quella de' canali di derivazione più presto si ritarda e si accumula; quella del tronco inferiore del fiume si fa più retrograda; infine anche l'altezza dell'acqua nel fiume e ne' diversivi si alza maggiormente in questo caso di quello che abbia fatto nell'antecedente.

III. Introdotta nel fiume l'acqua torbida di una piena, e tenuto aperto prima un diversivo solo per un dato spazio di tempo, poscia due, e infine quattro, pur per un tempo uguale, e quindi posti in asciutto e purgati i canali, si trovò che la belletta in essi depositata era in una proporzione maggiore di quella che rispondeva al loro numero, cioè la rammassata ne' due canali era più che doppia di quella del primo, e l'aggrumolata nei quattro ultimi più che dupla di quella dei secondi, e per conseguenza più che quadrupla di quella del primo solo.

IV. E perchè mi cade il dubbio che questo effetto potesse attribuirsi, anzichè al nu-

mero de' canali, al vario grado di torbidezza nell'epoche diverse delle piene, ho voluto vedere se fosse costante, anche allorchè l'acqua era in tutti i canali contemporanea, e quindi conteneva la medesima quantità di limo.

Per ottener ciò con esattezza, ho suddiviso tre dei predetti canali in alcuni ruscelletti, sì però, che il primo ne avesse due, il secondo quattro, il terzo otto, tutti possibilmente eguali tra loro. Data poscia l'acqua della medesima fiumana e nello stesso punto, ai tre canali, nonchè per loro mezzo ai ruscelletti rispettivi, e lasciatala scorrere in tutti per un certo tratto di tempo, indi raccolta la fanghiglia depostavi, si rinvenne anche in questo caso il medesimo risultamento: ne' rivoli del secondo canale fu la melma più che doppia di quelli del primo, e ne' rivoli del terzo più che dupla di quelli del secondo.

V. Avendo rimossa l'acqua dal fiume, ed esaminato diligentemente il letto asciutto del medesimo, si vide che nel tronco inferiore ai diversivi il sedimento del limaccio era più abbondante che nel superiore. Poco inferior-

mente al sito, in cui le acque retrocedevano all'aprirsi de' diversivi, cominciava già un ridosso a farsi visibile in sul mezzo del letto.

VI. Tanto nei canali di derivazione che traevano l'acqua torbida dal fiume, quanto nei ruscelletti che la ricevevano dai canali, il sedimento della mota e della belletta era sempre maggiore quanto più l'acqua si discostava dal suo principio. Anzi si è osservato che la deposizion della malta suol cominciare verso la estremità dei canali e procedere allo insù gradatamente. Anche le oppilazioni ed intasamenti che avvengono ne' ruscelletti, allor che vi si lasci scorrere l'acqua limacciosa, seguono per l'ordinario lo stesso andare retrogrado.

VII. Ho detto per l'ordinario, attesochè se ci si gettino nel fiume, o ne' canali, ramoscelli, frasche, pezzuoli di legno, rotte cortecce, ciocche di gramigna sbarbata, foglie appassite o verdi, e simili cose, qualora l'acqua della fiumana non ne fosse già carica di per sè, come appunto suol essere, cotesti corpicciuoli, fortuitamente intralciandosi qua e

là, cagionano delle ostruzioni a caso, e senza ordine, sicchè l'acqua è costretta talora di arrestarvisi, e soperchiare i margini de' canali o de' ruscelli, eziandio a mezzo il corso o poco lungi dalle loro mosse.

VIII. Anche però nella imboccatura stessa dei canali e de' ruscelli, si è rinvenuto che l'acqua, benchè più rade volte, e più lentamente in su le prime, vi forma con le sue deposizioni una specie di picciola duna o banco di sabbia e di melma, il quale poi, appiccato che siavisi, si dilata prestamente, ed ottura la bocca stessa dei canali e ruscelli, fin dalla lor origine. La figura di queste picciole dune suol essere quella di un triangolo scaleno, col lato maggiore attaccato alla destra sponda del canale, se questo appunto è su la dritta del fiume, ovvero alla mancina, se desso è su la manca del fiume medesimo.

Ora, secondo il nostro istituto, procuriamo di fare qualche utile applicazione di questi sperimenti.

Nel capitolo VI di questo volume si è parlato dei diversivi de' fiumi, e si è detto che

quel rimedio, cotanto celebrato in addietro da qualche idraulico, e dal comune del popolo creduto efficacissimo e sovrano, non meritava tutta la fiducia, di cui aveva goduto e perchè con le diramazioni l'acqua del fiume diveniva più tarda e corpulenta, e perchè si fomentavano maggiormente la posatura delle torbe ed il riempimento del letto.

Ciò che allora fu dimostrato specialmente con la ragione, ora è dagli sperimenti confermato.

Ho esaminato con attenzione la più minuta ciò che fa l'acqua in passando dal fiume nei diversivi, allorchè si apre loro a più riprese la bocca; ed ho veduto che quella falda d'acqua che scappa fuori e va innanzi la prima dopo un breve tratto s' impaccia, si contorce per lo sfregamento sul fondo, e si rallenta; che l'acqua prossimana, la quale vien dietro, sale su la prima, fa un capitombolo, cade, si striscia essa pure a stento sul suolo e si ritarda; che la terza, sopraggiungendo, fa, come l'altra, il suo capitombolo, si rovescia, va strasciconi sul letto, e si sofferma: che così

parimente sorviene, stramazza e trae a fatica il corpo la quarta, la quinta ed ogni altra che segue in appresso; di modo che vi si scorge manifestamente l'effetto dell'attrito, della resistenza e del ritardo che via via soffre ogni falda d'acqua nello strisciare e strofinarsi fra le scabrosità e su le aspre moltiplicate superficie dei diversivi.

Ora per tutti questi ritardamenti ed inciampi de' nuovi letti e delle nuove sponde, l'acqua, coll'impigrire, dee necessariamente crescere di corpo e gonfiarsi ne' canali, finchè si ponga a livello con quella del fiume.

Ma ciò non basta. Il fiume non può camminare ora più con quella velocità con cui muovevasi prima di essere diviso. Perciocchè non aveva esso allora dinanzi a sè che una massa d'acqua eguale alla sua propria, e dotata pure di una velocità pari. Ma ora debb'egli spingere due, quattro, sei, molti corpi d'acqua divenuta più tarda ed inerte, com'è appunto quella de' diversivi; ed oltre a ciò ei debbe spingere altresì la colonna del tronco inferiore, il quale pure si è ritardato, e per

il suo primo movimento retrogrado verso le bocche de' diversivi, e per la maggior deposizione delle melme, ch'ebbero in esso luogo dopo le diramazioni del fiume, come dimostrano le sperienze surriferite. Quindi è necessario per legge di natura, come si è detto e ridetto, che il fiume rigurgiti e s'innalzi, fino a che con questo mezzo acquisti la forza e l'energia di mantenere un movimento in tutte quelle masse d'acqua intorpidite che stanno dinanzi a lui.

Perciò il sollievo che può risentire un fiume dai diversivi, non è che momentaneo e passeggiero. La ripienezza ritorna ben presto e rende necessarj nuovi diversivi per procurare al fiume un altro alleviamento, il quale non è però per la stessa ragione meno effimero del primo, e così si aggrava il disordine, e, nonchè rimediarvi, si fomenta sempre più la sommersion del paese.

Ciò porge il filo a spiegare, come mi sembra, un insigne passo di Erodoto ch'è molto combattuto dai dotti.

Narra quel padre della storia, che Ciro,

avendo voluto divertir dall' Eufrate il fiume Ginde, ch'era il maggior influente di esso, v'incontrò difficoltà così gravi, che per giungere a capo di tale impresa dovette far escavare più di trecento nuovi letti e canali; lavoro immenso, nel quale furono impiegate le braccia di un'armata innumerabile per il corso continuato di molti mesi, a grado che fu necessario differire all'anno dopo la presa di Babilonia, contro cui dirigevasi appunto il monarca Persiano (1).

Or, dicesi dagli eruditi, com'è possibile che Ciro, quel famoso capitano, perdesse una intera stagione nell'opera puerile di ripartire un fiume in rivi? E quand'anche vero esser potesse questo stravagante capriccio di Ciro,

---

(1) *Cyrus alveos, ad funiculum, designavit, centenos et octogenos utrinque, ad Gindis labra conversos, quos, distributis copiis, effodi jussit. Et opus quidem, ut quod a tanta multitudine fieret, perficiebatur: tamen in eo faciendo eam aestatem triverunt. Cyrus ergo cum Gindem multasset in tercentos et sexaginta rivos diductum, et alterum ver illuxisset, ita porro ire Babyloniam pergit, etc.* Herod., *Clio, sive lib. I, n.* 189 *et seq.*

come avrebbe dovuto consumarvi per tanto tempo il travaglio di uno de' più grandi e formidabili eserciti, di cui si abbia memoria? Ma ecco la ragione di questo fatto singolare.

Babilonia, famosa per le sue mura e per le sue torri, non poteva esser presa nelle forme consuete. Ella era giudicata inespugnabile.

Ciro concepì lo straordinario ed incredibile progetto di esaurir l'Eufrate che le passava per mezzo, e di entrar nella città per il letto del fiume estenuato e quasi asciutto. Si accinse dunque prima di tutto a divertire il Ginde, che formava egli solo, come si è detto, la maggior parte dell'Eufrate.

Ma l'impresa, che pareva facile e breve, divenne lunga ed immensa; nè senza la fermezza invincibile di quel gran conquistatore sarebbesi condotta a fine giammai. Perciocchè, a misura che si divideva il Ginde in nuovi letti e canali, le acque ritardate si accumulavano, si rialzavano, ed il fiume ritornava sempre allo stato primiero. I diversivi non facevano che moltiplicare le acque. Le vaste pianure della Mesopotamia dovettero convertirsi in un

lago. Ma Ciro non badava allora che al suo grande disegno. D'altronde, presa Babilonia, fece tosto rimettere il fiume nel suo letto primiero.

Non è però l'accumulazione dell'acque il solo male che nasca dai diversivi. La ostruzion dei canali, tanto più ripida quanto son essi più numerosi, è un'altra conseguenza di quel rimedio periglioso, come risulta dalle sperienze summentovate, e massime da quelle de' numeri III e IV.

Meritevole di tutta la riflessione è veramente questo fenomeno, il quale, più di ogni nostro ragionamento, ci fa conoscere quanto sia poco prudente il dividere le acque che corrono sopra piani orizzontali. Un fiume unito non s'interrisce in un secolo; un rigagnolo si oppila in un'ora. Ciò è dovuto senza dubbio, come ho detto, alla immensa moltiplicazione delle superficie, dei soffregamenti e dei ritardi che soffrono i fili d'acqua ne' minuti vasi, a paragon della poca resistenza che sente una gran colonna del fluido stesso raccolto e concentrato in un solo letto.

Ciò, senz'altro, basterebbe per apprezzar giustamente il merito di quel brillante progetto ch'era stato fatto nel decorso secolo da un idraulico immaginoso per liberare il bel suolo Lombardo dalle inondazioni del Po. Siccome un fiume in piena riguardavasi come un corpo pletorico, così 'l progetto consisteva nel metodo di salassare e svenare il Po. Or ecco il modo di eseguire cotesta strana flebotomia.

Nell'una e nell'altra sponda del Po si aprano un buon numero di porte ben munite e robuste, per cui l'acque delle piene scaricar si possano in altrettanti cavi o condotti laterali e paralleli al fiume, i quali le ricevano e le portino cadauno separatamente al mare. Perchè poi tutti gli abitatori delle aggiacenti province, che sono minacciate da quel gran fiume, sieno posti in grado di allontanare da sè il pericolo, coteste porte saranno erette di miglio in miglio, sia su la destra, sia su la manca ripa. E siccome gl'influenti del Po che vengono dalle Alpi e dagli Appennini, e che sono essi pure sostenuti con

alti argini, taglierebbero i nostri condotti laterali, così si costruiranno tanti archi e ponti canali per cadauno degl' influenti quanti sono i diversivi, onde le acque di quelli passino al di sopra, e l'acque di questi al disotto.

Prendendo adunque il solo tronco del Po da Pavia al mare, che abbiamo veduto essere della lunghezza di circa dugento miglia, quattrocento sarebbero le porte su l'una e l'altra sponda, quattrocento i cavi laterali, ed a migliaja gli archi che porterebbero sul dorso gl'influenti, e vedrebbero passare sotto di sè le acque de' diversivi.

Oh veramente magnifica e gigantesca impresa, a cui ceder dovrebbero le opere di Babilonia or or memorata; nè tampoco le cento porte sì celebrate dell' Egiziaca Tebe gareggiar potrebbero con le dugento nostre Cispadane e dugento Traspadane!

Poniamo che fosse possibile d' incontrare un così enorme dispendio; che si valutasse per nulla l'occupare una zona di ben dieci miglia per parte, di qua e di là del Po, con tutte le città, borghi e villaggi che vi sono

compresi, per convertirla nei quattrocento fiumi laterali; che tutte le porte del Po esser potessero adamantine ed inespugnabili; che il prorompimento e caduta dell'acqua dall'alte soglie delle medesime non sovvertissero il piede degli argini; che gl'innumerabili archi eretti sotto gl'influenti resistessero a tutti gli urti dell'acque e del tempo; che con un prodigioso concerto tutti i popoli confinanti sapessero e volessero temperare l'emissioni ed efflussi dell'acque in modo che nessuno mai non danneggiasse l'altro; che insomma l'andamento di questa così complicata operazione procedesse magicamente in un modo sempre regolare e perfetto. E che perciò? Come s'impedirebbe il ritardo, ed il mostruoso accrescimento del corpo dell'acque? Come potrebbesi evitare la rapida ostruzione de' nostri canali, prima nelle parti inferiori, come si vede nei numeri VI e VII, e poscia a mano a mano nelle superiori? Le nostre province, in cambio di sentire un sollievo da questo progetto romanzesco, se mai potesse aver luogo, sarebbero sottoposte senza dubbio a più frequenti e lagrimevoli sventure.

Ecco il perchè le molte diversioni del Reno gli abbiano fatto perdere le antiche sue foci, ed abbiano condannato l' Olanda, come si è detto a suo luogo, a sempre maggiori allagamenti (1).

Ecco il perchè fino a tanto che si praticò, nelle piene del Po, di rompere l' intestatura alla Stellata, per fare una diversione al fiume, si ebbero in trentasei anni otto rotte, e dopo che se n'è intermesso l'uso, non si ebbero in quel tronco che quattro rotte sole in anni settantanove (2).

Ecco il perchè il fiume Celone, per un diversivo adottato contro il parere del Viviani, siasi stabilito in un alveo nuovo, abbandonando il paese per cui dianzi passava (3).

Ecco il perchè le proprie osservazioni fecero dire ad un idraulico riputato, che non

---

(1) *Ita Rheni aquis alio derivatis, cursusque violentia adempta, antiquum ejus ostium arenarum tumulis obstructum est.*

Cluv., *Introd. Geogr.*, lib. 3, cap. V.

(2) Lorgna, *Disc. sull'Adige*, cap. II, n. 15.

(3) Tomm. Perelli, *Parere sui Divers.*, *n.* 7.

gli venne mai veduto esempio e caso, in cui i diversivi stati non sieno o inutili o dannosi (1).

Ecco finalmente il perchè ho detto altrove che la provvida natura non si serve mai di diversivi, come sono i nostri, nei fiumi già formati e stabiliti (2).

Noi non potremo smarrirci giammai seguendo l'orme dal suo non fallibil piede segnate.

Ella, convien ridirlo, con accortissime viste divide, disperde, attenua, ramifica in infinito le acque su le coste delle montagne, ed all'origine de' fiumi. Allora esse son gocciole, stille, gemiti, filetti, venuzze, tenui zampilli

(1) Posso assicurare che nelle occasioni, le quali ho avuto da molti anni in qua, di visitare la maggior parte de' fiumi e torrenti della Toscana, mai mi sono incontrato in esempio veruno di qualche buon effetto prodotto dai diversivi nell' impedire i trabocchi e rotte de' fiumi; anzi all'opposto ho osservato costantemente che niente hanno operato, o piuttosto è parso che abbiano apportato pregiudizio, essendo le inondazioni divenute in appresso maggiori e più frequenti.

Id. Ibid. n. ut supra.

(2) Parte seconda, cap. VI.

e rigagnoli minutissimi. Ogni fronda, ogni stelo, ogni corteccia, ogni radice diviene per esse un inciampo e un ritegno. Par che la natura tema che sempre troppo presto fra i monti si uniscano in massa le acque.

Ma stabiliti che sieno i fiumi, quella gran madre e precettrice cangia onninamente piano e consiglio. Con quanto studio ed industria, ella si è occupata a dividere in sul principio del loro corso le acque, affinchè non possano accumularsi repentinamente, e pel rapido pendio non divengano furiose e micidiali, con altrettanta cura ha la medesima disposto, che i fiumi già fatti conservino con la massa unita quel movimento che nel lungo loro cammino per immense contrade, e sopra piani quasi orizzontali, andrebbero sempre più a mano a mano perdendo, se con la divisione ne fosse la velocità e la forza illanguidita e depressa.

Che se talora il fiume, per qualche fortuito ammucchiamento, od isola che vi si forma, è costretto a diramarsi, esso si riunisce ben presto; e mostra con ciò chiaramente che fu per forza, e suo malgrado, disgiunto. Nè più la

natura consente che possa dividersi, se non quando nel tronco estremo già finisce di esser fiume e sta per gettarsi in mare.

Ed anche in questo caso ciò nasce per cagioni singolari e locali; quando, cioè, i depositi delle sabbie e delle melme, che il fiume trae seco, o i cumuli d'arene che il mar vi spinge contro la foce, lo sforzano ad aprirsi più d'una imboccatura. Ho detto cagioni locali, perchè se il Nilo, per esempio, il Danubio ed il Po, ebbero sempre, anche nei secoli addietro, più d'una foce (1), l'Ebro, il Tago, l'Elba, il Tamigi e tanti altri, non hanno avuto mai, nè hanno al presente che una sola bocca.

---

(1) *Duodecim enim reperiuntur, ostia Nili. superque quatuor, quae ipsi falsa ora appellant; sed celeberrima septem.*

Plin., *Hist. Nat.*, lib. V, cap. XI.

Danubius, per innumeros lapsus gentes, immenso aquarum auctu, in Pontum vastis sex fluminibus evolvitur.

Id., lib. IV, cap. XXIV.

Padus . . . . qua largius evomit, septem maria dictus facere.

Ib., lib. III, cap. XX.

Ciò c'istruisce, che qualora ad un fiume, o per la qualità delle sue acque assai limacciose, o per la esposizione della spiaggia agli insulti del mare e de' venti, venga impedito o difficoltato dagli scanni e dalle dune lo sbocco, l'aprirgli con un taglio un più libero varco può esser saggio ed utile spediente, come quello che ci viene indicato dalla natura; giacchè appunto il nostro sapere, l'arte nostra non è, come diceva un grande ingegno, che un dolce sprone alla natura, un opportuno ajuto, un correggersoave, un'accorta imitazione.

Ma questo taglio dei banchi di sabbia e delle secche, le quali ostruiscono talvolta le foci de' fiumi, non è confondibile co' diversivi di cui noi parliamo. Le circostanze e i rapporti sono così diversi che non regge tra loro il paragone.

Ora confido che possa essere, se non abbastanza, almeno un po' meglio di quello che fosse finora, rischiarata questa materia dei diversivi.

Memore della riserva fattami al princio del

Capitolo precedente, sono in dovere di rendere or conto dell'esperienze istituite sul gran problema, Qual sia l'aumento di altezza e di velocità che nasce dalla unione de' fiumi.

CAPO XII.

Sperimenti sull'aumento di altezza e di velocità che acquistano i fiumi nella loro unione.

Tre, come abbiamo veduto, sono i sistemi su questo punto, ch'ebbero sinora credito e fama nelle accademie e ne' licei dell' Europa.

L'uno è quello del fiammingo o batavo idrometra, il Genneté, secondo il quale i fiumi uniti non crescono guari di altezza, ma bensì sommamente di velocità, in guisa che possa questa divenir pari a quella de' turbini e delle procelle. Delle incongruenze ed assurdi che deriverebbero da questo sistema, ho già detto abbastanza, com' io credo, a suo luogo (1).

(1) Vedi di sopra cap. V.

L'altro è quello del Torricelli e de' Foronomisti, i quali danno ai fiumi uniti molto più di altezza che di velocità, come avviene dell'acque scaturienti dai piccioli pertugi dei vasi. Di questo sistema ho detto che non sarebbe ragionevole il voler paragonare i nostri zampilli al corso delle vaste riviere, quand'anche la dottrina sugli efflussi de' vasi fosse ognor vera. Ed ho aggiunto eziandio che non era poi essa sempre vera neppure ne' vasi, ma che aveva luogo soltanto nel caso di tenuissime luci a confronto dell'ampiezza dei recipienti (1).

Il terzo sistema, ch'è quello del Castelli, nè troppo dissoluto, nè troppo ritenuto, attribuisce ai fiumi uniti un giusto grado di altezza e di velocità, sicchè moderatamente e l'una e l'altra si accresca di pari passo. Rispetto a questa dottrina ho detto che mi pareva la più conforme alle viste della natura ed alle indicazioni dell'esperienza.

Ora gli sperimenti da me istituiti riguar-

---

(1) Vedi sopra cap. II.

dano appunto le due ultime proposizioni; cioè, 1.° che la famosa teoria sulla uscita dell'acqua dagli orifizi de' vasi inesausti o tenuti sempre pieni, non è vera se non che nei tenui pertugi; 2.° che la dottrina del Castelli sulla unione de' fiumi è quella che più si accosta alle leggi della natura.

Cominciando dai primi, cinque furono i vasi, tutti possibilmente uguali che si adoprarono a tal oggetto. Essi avevano il fondo e la bocca quadrata di 24 pollici di lato, sicchè l'apertura di questa e l'area di quello erano di pollici quadrati 576, o sia di piedi quadrati 4. L'altezza de' recipienti era di pollici 184, o sia di piedi 15 e pollici 4.

Dieci luci, della dimensione che dirassi fra poco, potevano aprirsi nel fondo di detti vasi, cioè le sei minori in uno di essi, mercè altrettante lastre di ferro, che vi si applicavano e vi si sostituivano a piacere, e che portavano intagliata la luce di cui si voleva far uso. Le quattro luci maggiori poi erano bensì, come le altre, intagliate in lastre pari, ma queste non erano amovibili, e stavano fisse, ognuna

al proprio vase appositamente ad essa sola destinato.

L'acqua veniva somministrata da quel medesimo rivo, costeggiante la pendice di un colle, di cui mi sono servito per gli sperimenti riferiti nel Capitolo nono (1). In prossimità del rivo, su di quattro sostegni di pietra eretti a tal fine, piantavasi quello de' vasi, con cui piaceva di fare le sperienze, e l'acqua passava col mezzo di un breve canale di legno, dal rivo al vase in quella quantità ch'era necessaria, secondo le luci, per mantenerlo pieno.

L'acqua poi sgorgante per di sotto dalle luci praticate nel fondo de' vasi, come si è detto, raccoglievasi in una vasca di figura regolare, scavata a piè del colle, e fatta in modo che poteva essere votata in brevi momenti coll'alzarsi d'una picciola saracinesca, che dava pronto sfogo all'acqua stessa in un condotto più basso. La capacità della vasca era di piedi cubici 1440, essendo essa lunga piedi 20, larga 12 ed alta 6.

---

(1) Vedi sopra in questa seconda Parte cap. IX.

La quantità dell'acqua che vi si radunava poteva conoscersi ad ogn'istante, ed esattamente, per via di segnali fatti sopra una picciola colonna che sorgeva dal fondo della vasca e che faceva l'uffizio di nilometro. Bastava con l'occhio notare il segno a cui era salita l'acqua per conoscerne tosto la quantità.

Ad oggetto però di rintuzzare l'impeto del fluido affluente dal rivo in copia, massime per tener pieno il vaso negli sperimenti delle luci maggiori, erasi attaccata da tre lati agli orli del recipiente una sponda, sei pollici alta, e tutta traforata, affinchè l'acqua, vegnente dal quarto lato non impedito, urtando nella sponda si spianasse meglio sulla superficie del vaso, e la soprabbondante si rinversasse pei forami della sponda stessa.

Per evitar poi che quest'acqua, traboccata dalle labbra del vaso, non cadesse a confondersi con quella della vasca, ed alterasse in tal guisa la vera misura dell'efflusso, il recipiente, a dieci pollici sotto il labbro, era circondato da una doccia che girava tutto all'intorno e che raccoglieva l'acqua soperchiante,

per portarla poscia col mezzo di un tubo fuori della vasca nel condotto sopraccennato.

Negli sperimenti però con le picciole luci, siccome l'alzamento dell'acqua nella vasca sarebbe stato poco sensibile, così l'efflusso era raccolto in altri recipienti, e quindi misurato e spesso anche pesato, ragguagliando il piede cubico a libbre 70, secondo le antiche misure e pesi di Parigi, come quelli che a tutti i fisici sperimentatori sono familiari e notissimi, e che servirono, di qua e di là dell'Alpi, a un gran numero eziandio di esperienze idrauliche; sicchè diverrà in tal guisa più agevole, qualor piaccia di farlo, il confronto di queste mie con quelle.

Or ecco qual fosse la proporzione delle luci coll'area del fondo de' vasi.

Proporzione delle luci con l'area del fondo.

Numero delle luci	DIMENSIONE delle luci in pollici quadrati	PROPORZIONI delle luci coll'area del fondo
I	$\frac{1}{9}$ di pollice quad., o sia 16 linee quadrate	come 1 a 5184
II	$\frac{1}{3}$ di pollice quad., o sia linee 48 quadrate	1 : 1728
III	1 pollice quadrato	1 : 576
IV	3 *idem*	1 : 192
V	6 *id.*	1 : 96
VI	12 *id.*	1 : 48
VII	24 *id.*	1 : 24
VIII	48 *id.*	1 : 12
IX	96 *id.*	1 : 6
X	144 *id.*	1 : 4

Si dia ora una occhiata anche alla proporzione delle luci fra loro, essendo questa essenziale per ben valutare le differenze degli efflussi.

Proporzione delle luci tra loro.

Numero delle luci	DIMENSIONE delle luci	PROPORZIONI delle luci tra loro
I	$\frac{1}{9}$ di pollice quadrato	
II	$\frac{1}{3}$	3 volte magg. del p.°
III	1	9 volte *id.*
IV	3	27 volte *id.*
V	6	54 volte *id.*
VI	12	108 volte *id.*
VII	24	216 volte *id.*
VIII	48	432 volte *id.*
IX	96	864 volte *id.*
X	144	1296 volte magg. del p.°

Ben so quanto le rassegne e i dettagli sieno nojosi, ed io pur cerco di possibilmente astenermene, ma ommetter non posso quelli che sono indispensabili. Nel Cap. II di questa

seconda Parte ho indicato che i fori de' vasi da me usati giungevano ad esser tra loro come uno a milledugentonovantasei. Il picciol quadro qui a fronte lo dimostra. Ho pure accennato nel luogo stesso che i fori cominciavano dall'essere più di cinquemila volte minori del fondo de' vasi, e finivano coll'agguagliare la quarta parte del fondo medesimo. Il primo quadro ne forma la prova.

Passiamo adesso a ravvisare gli efflussi che si sono separatamente ottenuti da cadauna delle luci, e facciamo il confronto tra la quantità d'acqua che si ebbe in fatto, e quella che si avrebbe dovuto avere per la teoria de' Foronomisti. Così si vedrà il prodotto della natura, e il prodotto del sistema.

La durata dello sgorgo fu sempre in tutte le luci di 60 secondi, o sia di un minuto.

Luci	Dimensioni	Efflussi di fatto in piedi cubici	Efflussi del sistema	Differenza
I	$\frac{1}{9}$	1	1	0
II	$\frac{1}{3}$	3 circa	3	0
III	1	8 $\frac{3}{4}$	9	$\frac{1}{4}$
IV	3	25 $\frac{1}{2}$	27	1 $\frac{1}{2}$
V	6	45	54	9
VI	12	85	108	23
VII	24	160	216	56
VIII	48	334	432	98
IX	96	648	864	216
X	144	930	1296	366

L'efflusso di cadauna luce qui sopra marcato è il prodotto medio di tutti gli sperimenti e tentativi che si sono fatti ripetutamente, come si vede con più dettaglio nella Tavola quarta.

Prima però di passare al confronto degli

efflussi, far debbo un cenno di due cose che sono degne di osservazione.

La prima è, che avendo più volte tentato di estendere queste sperienze anche sopra una luce doppia di quella del num. X, o sia uguale alla metà del fondo del vaso, non ho mai potuto riuscirvi in modo soddisfacente.

La copia ed impeto dell'acqua che dovevasi somministrare al vaso per tenerlo pieno, il fracasso orribile dell'efflusso, il moto vorticoso che si generava sulla superficie, l'imbuto che indi formavasi, e che non si poteva mai evitare del tutto, il frequente sussulto, ed una specie di eruttazione prodotta dal frammescolamento dell'aria, tutte queste cose turbarono in modo l'esperienze istituite e ripigliate, che non mi fu mai possibile di ottenere un risultamento degno di fiducia. Forse qualche altro sperimentatore sarà di me più fortunato. Anche però negli sperimenti del num. IX e X, fatti con le due luci maggiori summenzionate, s'incontrò una parte di coteste difficoltà, ma oso credere di averle superate.

La seconda è una curiosa circostanza, la quale avvenne in una giornata ch'era dedicata per appunto a ripetere l'esperienze del num. IX.

Essendo sopraggiunto all'improvviso un orrido temporale, con gragnuola, e gran rovescio di pioggia, l'acqua del rivo era divenuta estremamente lutulenta ed impregnata di una terra rossastra e cretosa, che vi si era disciolta. Rasserenato il giorno, e ripresi gli sperimenti col rivo così torbido com'era, e quasi sanguigno, m'avvidi che il canale, portante l'acqua del rivo nel vaso, essendo tenuto all'altezza di prima, non era più capace di mantenere il vaso pieno; il che senza dubbio procedeva dalla maggior visibile lentezza dell'acqua melmosa, e impacciata dalle materie straniere e tenaci che a fatica traeva seco.

Ciò conferma, come mi sembra, quello che ho detto nella prima Parte, cioè, che le acque de' torrenti e de' fiumi, in tempo di piena, sopraccaricate di ghiaje, di arene, di sabbie e di terre, camminano più lentamente, data una massa ed altezza pari, di quello che fa-

rebbero in istato naturale; onde apparisce la mirabile provvidenza della natura nel moderare in parte la velocità delle fiumane, e nel far sì che lo stesso strascinamento delle ghiaje ed altre materie, ch'è un effetto della rapidità e della violenza, si converta in rimedio per temperarla (1).

Ora passiamo al confronto degli efflussi veri con quelli della teoria.

Il num. II ha una luce tripla del num. I, e la quantità dell'efflusso è pure all'incirca tripla di quella del num. I. Dico all'incirca, perchè le differenze in meno sono così picciole che potrebbero credersi non apprezzabili, non giungendo che a un trentacinquesimo di piede cubico, come si vede nella citata Tavola quarta.

Il num. III ha una luce 9 volte maggiore della prima, sicchè l'efflusso avrebbe dovuto essere di piedi cubici 9. Si trovò in vece che fu di 8 $\frac{3}{4}$. Qui la differenza comincia a farsi un po' sensibile, giacchè arriva ad un quarto di piede cubico; ma tuttavia potrebbe forse

(1) Parte prima, cap. III.

da taluno non valutarsi guari, come quella che in fine del conto non forma che la trentesimasesta parte dell'efflusso.

La luce del num. IV è 27 volte maggior della prima. L'efflusso dunque doveva essere di 27 piedi cubici, ma in fatto non si trovò che di 25 $\frac{1}{2}$. La differenza di un piede cubico e mezzo si fa osservabile.

Il num. V ha una luce 54 volte maggiore della prima, e l'efflusso, ch'esser doveva parimente di piedi cubici 54, non giunse che a 45. Qui la differenza 9 si rende ancora più manifesta.

La luce del num. VI è 108 volte maggiore della prima, e quindi dar doveva altrettanti piedi cubici d'acqua. Ma ne diede soltanto 85, dunque la differenza è di 23, la quale risulta molto maggiore della precedente.

La luce num. VII, ch'è 216 volte più ampia della prima, e che perciò avrebbe dovuto dare un prodotto corrispondente, non diede che 160 piedi cubici d'acqua. La differenza di piedi 56 diviene ancora più aperta e rilevante.

Ma dove gli efflussi si fanno di gran lunga minori, e dove più marcatamente e rapidamente crescono le differenze, egli è nei numeri VIII, IX e X che hanno le maggiori luci. L'una di esse differenze è di 98 piedi cubici, l'altra di 216, e l'ultima di 366.

Si scorge dunque chiaramente che gli efflussi de' vasi non seguono le leggi della Foronomia, se non che ne' piccioli pertugi a paragone dell'ampiezza de' recipienti. Allora le differenze sono così tenui che o non si rimarcano, o si trascurano. Ma queste differenze divengono via via sempre maggiori e più visibili, a misura che si vanno le luci allargando.

Ed ecco appunto il motivo, per cui ho detto in altro luogo, che il Torricelli, il Guglielmini, il Poleni e gli altri sommi uomini che eseguirono i loro sperimenti con picciole luci, non potevano accorgersi delle minutissime differenze degli efflussi. E se anco taluno di loro, come il Mariotte, degno di esser posto fra gli osservatori più accorti e diligenti che vi sieno mai stati, giunse ad avvedersi alcuna

volta di coteste differenze leggerissime, egli è naturale che ne attribuisse la causa, come fece appunto, ad altre circostanze (1).

Non rimane or dunque più dubbio, s'io non m'inganno, sopra ciò che mi sono proposto di provare, cioè, che la famosa regola Torricelliana sulla uscita dell'acqua dai fori de' vasi inesausti, o tenuti ognor pieni, non è sempre vera in ogni condizione del vaso, ma si trova solo aver luogo ne' tenui pertugi che hanno una picciolissima proporzione con l'ampiezza del recipiente. Perciò il sistema dei Foronomisti, i quali vorrebbero regolare onninamente l'altezza e la velocità de' fiumi che si uniscono insieme, con le norme e leggi degli zampilli d'acqua che scappano da picciole luci, non solo non è sostenuto dalla ragione, me neppure avvalorato dalle osservazioni e dagli esperimenti.

Cade per conseguente anche il pensiero, tuttochè sagace ed ingegnoso, del Lorgna, il quale più per abbattere la teoria del Newton, del Bernoulli, del d'Alembert, e d'altri ma-

(1) Vedi cap. II di questa II Parte.

tematici insigni, che per sostener quella dei Foronomisti, ha detto che l'acqua contenuta in un vase debbe riguardarsi come in uno stato di rigurgito, e perciò qualunque sia, o picciola o grande, la luce da cui sgorga, non potrà essa mai cangiar legge e natura; giacchè dovendo il fluido sempre mantenersi alla medesima altezza, vi sarà pur sempre il medesimo grado di pressione (1).

Ma il calcolo, e il ragionamento, del pari che le sperienze, dimostrano esser fallace la ipotesi del Lorgua, poichè il grado appunto di pressione si va ognora più diminuendo coll'ampliarsi delle luci, e quindi l'acqua uscente molto meno è compressa e forzata nelle grandi aperture, di quello che sia ne' piccioli pertugi.

Rimane ora ch'io accenni gli sperimenti fatti per conoscere, se, più degli altri due, fosse conforme alle leggi della natura il sistema del Castelli.

---

(1) Lorgna, *Teor. fis. matemat. del Moto dei liquidi.*

CAPO XIII.

Continuazione degli sperimenti sull'altezza e velocità dei fiumi uniti.

Questi sperimenti eseguiti furono in due maniere, cioè con canali artefatti e con rivi naturali.

Parlando de' primi, avevano essi la larghezza di tre piedi, e l'altezza di un piede ed otto pollici. Uno de' lati di ogni canale era stato diviso nell'interno, e contrassegnato in venti parti uguali di pollice in pollice. La lunghezza poi del fiume artificiale poteva essere portata fino a dugentoquaranta piedi con la unione, se così piaceva, di tutti i ventiquattro canali a tal uopo destinati, di cui ognuno era lungo dieci piedi.

Oltre ciò, v'avea quattro canali che facevano l'uffizio d'influenti, cadauno dell'altezza e larghezza di un piede. Anche questi erano nell'interno marcati di pollice in pollice a guisa de' precedenti. L'acqua necessaria era

derivata da quel medesimo rivo fluente lungo la pendice del colle che ho in addietro indicato.

La maggior possibile avvertenza era posta nell'assicurarsi che l'acqua degl'influenti fosse uguale in tutti, ed imperciò era misurata diligentemente e ripetutamente. Allorchè aveva essa la medesima altezza e la medesima velocità, conchiudevasi, mercè la parità di larghezza, che fosse appunto eguale.

Or avendo introdotto nell'alveo vôto del fiume prima un influente, e lasciato che il corso vi fosse bene stabilito, notavasi l'altezza a cui era giunta l'acqua, e misuravasi parimente la velocità del fiume col mezzo di un galleggiante.

Davasi poscia ingresso nel fiume al secondo influente, indi al terzo, e finalmente al quarto, usando sempre l'attenzione or or accennata di lasciar prendere ogni volta all'acqua unita il corso stabile o permanente, ed altresì ogni volta misurando esattamente l'altezza e la velocità rispettiva.

Queste sperienze, che furono variate e re-

plicate con differenti quantità d'acqua e con inclinazioni diverse, come si vede nella Tavola num. V, dimostrano che ne' fiumi uniti l'altezza e la velocità vanno prossimamente di pari passo crescendo, sicchè se doppia si fa l'altezza, doppia pure a un dipresso diviene la velocità, e se si fa tripla quella, si fa pur tripla questa, e così successivamente; il che appunto è consentaneo alla dottrina del Castelli, come avevano già riscontrato solennemente que' sommi uomini del Cassini e del Barattieri, e come con molta esattezza ed accorgimento ha fatto pur conoscere il cavaliere Bonati (1).

Per far poi qualche tentativo anche sugli alvei naturali, profittando della opportunità del sito e dell'acqua, di cui ho fatto uso nell'esperienze del cap. XI, furono disposti nove ruscelli, tutti possibilmente uguali, che andavano a sboccare in un condotto comune, ora tutti, ora in parte, secondo che si aprivano loro le porticelle ch'erano a tal fine istituite.

(1) Bonati, *Sperim. idraul. sist. di Genn.*

Il condotto rappresentava il fiume, ed i ruscelli figuravano gl'influenti. Sì quello come questi aveano il letto rettangolare, ma il primo era largo due piedi ed alto uno e mezzo, ed i secondi avevano l'altezza e la larghezza di un piede.

Or posta l'acqua di tutti i ruscelli all'altezza di sei pollici, ed introdotto nel fiume asciutto un ruscello, si trovò che l'altezza era di 4 pollici, e la velocità di piedi 3 al minuto secondo, equivalente a due miglia e un quarto circa l'ora.

Introdotti dappoi nel fiume altri tre ruscelli, e misurata, dopo un conveniente spazio di tempo, l'altezza e velocità, che n'era risultata, si rinvenne che la prima era di 7 pollici e mezzo, e la seconda di piedi 6 ed un terzo per secondo, o sia poco più di miglia quattro e mezzo l'ora, il che corrisponde a un dipresso al doppio dell'una e dell'altra.

Aggiunti da ultimo anche gli altri cinque ruscelli, e lasciato prendere al fiume un corso stabile (cautela necessaria e da non essere giammai negletta), trovossi che l'altezza dei

nove ruscelli uniti era poco meno di pollici 13, e la velocità di piedi 9 circa al secondo, o sia poco men di miglia sei e mezzo l'ora, ciocchè forma prossimamente il triplo dell'altezza e velocità primiera, tranne qualche leggiera differenza che in questi tentativi è inevitabile.

Anche gli sperimenti con rivi naturali comprovano dunque ed avvalorano la collaudata dottrina Castelliana. Perciocchè abbiamo veduto che quando coll'aggiunta di tre ruscelli a quello che già vi era nel fiume, l'acqua è divenuta quadrupla, l'altezza e la velocità si fecero ambedue doppie; e quando con la immissione degli altri cinque influenti la quantità fu portata al nonuplo, l'altezza e la velocità crebbero entrambe prossimamente al triplo.

È dunque legge di natura che nè l'aggregazion de' fiumi a fiumi, nè l'altezza predomini guari su la velocità, nè la velocità su l'altezza, ma sì l'una come l'altra con quasi pari tenore proceda, e si aumenti, il che senza dubbio è fatto dalla natura con prudentissimo consiglio, come vedrassi fra poco.

Un cenno intanto farò di due casi, che spiegano questa dottrina, e sono a vicenda spiegati da essa.

L'uno è quello che avvenne, come parlano gli annali, ad un antico governator di Peschiera, il quale, avendo introdotto nei rami del Mincio che circondano la piazza, tutta la parte di quel bel fiume che passa per mezzo alla terra, e ch'è la maggiore, vide con sua somma maraviglia che le acque unite insieme si facevano bensì più veloci, ma di poco si alzavano, sicchè diceva stupefatto che il Mincio gli sfuggiva di mano; e quindi vedendo il tenue alzamento che faceva il fosso di cinta e la poco maggior difesa che ne ridondava alla fortezza, ordinò che il fiume ritornasse al suo letto primiero (1).

Egli è chiaro che questo fenomeno derivava per appunto dalla indicata legge della natura nell'aggregazione dell'acque, le quali poco si alzano perchè accelerano di pari passo. Ma il vecchio comandante di Peschiera non era un idraulico.

(1) Lorgna, *Disc. sull'Adige*, *n. XI.*

L'altro caso è quello che ci è sempre sott'occhio, e che non ci sorprende, perchè vi ci siamo familiarizzati ed abituati. Questo è una fiumana. Contempliamo, per esempio, il Po, quando per pioggia dirotta trovasi in piena.

Allora alcuno non v'ha de' suoi numerosi influenti, dalle cime delle Alpi sino a quelle degli Appennini, le due Dore, la Stura, la Sesia, il Tanaro, la Scrivia, l'Agogna, il Ticino, la Nura, la Trebbia e l'Adda, e il Taro, e il Lenza ed altri non meno conti e riguardevoli fiumi, alcuno, dico, non v'ha che non porti al Po una considerabilissima copia di acque. E se, dopo di ciò, si segua coll'occhio a mano a mano cadauno di quest'influenti, rimontando fino alle loro sorgenti, qual infinito numero di scaturigini, di fontane, di rivoli, di fossati, di torrenti, di fiumicelli, di scolatoj o d'acque vaganti, non s'incontrano in ogni parte, e non vanno alla fine a radunarsi in quelli, sicchè non v'è dorso di monte in tempo di piena, non costa, non valle, non collina, non pendice, non tetto di casa o di capanna, non sentiero, non luogo inclinato che

o immediatamente, o mediatamente, non somministri al Po un tributo d'acque!

Come sarebbe possibile che questa immensa mole, che un corpo d'acqua così sformato e mostruoso potesse contenersi in quel fiume, se conservassero l'altezza corrispondente a quella de'vasi? Quali frequenti e sterminate inondazioni noi non avremmo, se ciò fatalmente si avverasse? Quali argini sarebbero bastanti per guarentircene?

E se all'incontro la velocità di tante acque crescesse nella proporzione della loro massa, qual monte, qual piano, qual città, qual contrada da così precipitose e furibonde piene non sarebbe sovvertita e distrutta?

Ma nella dottrina che ho esposta vi è una così opportuna moderazione di forze, un così discreto e giudizioso temperamento di altezza e di velocità, che l'una e l'altra mirabilmente conviene alle sagge e provvidissime viste della natura. Ponete poca velocità nell'acque unite e molta altezza, e le nostre belle pianure per ogni dove allagate si convertiranno in paludi. Ponete minor altezza, e massima velocità, e

il nostro patrio suolo sarà un quadro d'orrore e di ruine. Se altro non vi fosse che questa per me valevolissima riflessione, essa sola basterebbe a farmi preferire la dottrina del Castelli, la quale, come ho detto , corrisponde sì bene all'alto accorgimento, ed ai sapientissimi fini della natura. Ma oltre ciò ella è così ben convalidata dagli sperimenti che furono fatti in varj luoghi, in epoche diverse, con differenti mezzi, che sarebbe irragionevole ed ingiusto, nello stato attuale delle nostre cognizioni, il negarle il proprio suffragio.

Or finalmente son giunto al termine del cammino, disastroso e non breve, ch'io m'era proposto, quello cioè di percorrere ed esaminare le teorie e le opinioni degl' idraulici più accreditati sopra molti fenomeni dell'acque correnti.

Senza prevenzione veruna, senza spirito di partito e di sistema, ma guidato soltanto dall'amor della scienza e del vero, ho cercato possibilmente di dare una giusta e chiara idea delle varie ipotesi e dottrine che furono immaginate sulle leggi dell'acqua scaturiente dai

pertugi dei vasi, su la loro applicazione al corso libero delle riviere, su la natura ed origine delle ghiaje, sul progressivo interrimento dei letti de' fiumi, su le loro confluenze e diramazioni, su la disarginazione o arginazione, sui rigurgiti, sui diversivi, ed altri non ignobili obbietti degl' idraulici studi.

Se in questa parte contenziosa della scienza io sperar potessi di essere riuscito a spargere qualche lume, a troncar qualche quistione, a correggere qualche pregiudizio, e massimamente ad eccitare gl' ingegni italiani a migliorare e ad estendere la parte fisica ed sperimental dell' idraulica, da cui sopra tutto può attendersi una buona messe di veramente utili cognizioni, io avrei un largo guiderdone della mia fatica.

Ma certamente un bene io confido che ne sia derivato da questo esame delle opinioni e dei sistemi, quello, cioè, di aver sempre più avvalorati e raffermati i semplici principj che, seguendo le viste e gli additamenti della natura, ho stabiliti nella prima Parte; ed ho particolarmente fiducia di aver fatto chiara-

mente conoscere il rapporto e la strettissima corrispondenza che v'è fra le montagne e le riviere, principio più d'ogni altro luminoso ed importante, come quello che ci mostra la cagion principale del disordine de' nostri fiumi e la maniera più efficace e sicura di porvi riparo, il che appunto è l'oggetto precipuo di questo Saggio.

Noi abbiam fatto co' fiumi ciò che si fa pur troppo comunemente nella nostra educazione, dove poco si cura l'infanzia e si lascia che prendan piede e vigore le passioni e le male abitudini, e presumiamo poi vanamente di correggere gl'impeti e i traviamenti de' giovani, quando divennero già orgogliosi, prodighi, dissoluti, violenti.

Egli è fin dalla culla, se così può dirsi, egli è nell'infanzia de' fiumi che si dee pensare a renderli docili ed obbedienti; egli è sopra i monti, dove nascono, che convien cominciare a regolarli; egli è coll'opporsi fin dal principio alla loro natural tendenza di rendersi fieri, precipitosi, rapitori, che si può avvezzarli alla disciplina; egli è col frenare i

primi lor passi, col circondarli di ostacoli ripetuti, coll'assieparli di vegetabili d'ogni genere, grandi e frondosi, minori e folti, bassi ed innumerabili, come ha la natura provveduto che si può giungere con successo a contenere ed a reggere il mal genio, e la forza de' nostri fiumi.

Ma che bisogno v'è, si dirà forse, di nuovi metodi, quando quelli che abbiamo ci hanno salvato finora?

Dunque, per ultimo, è necessario di esaminare se i nostri metodi attuali sieno veramente sufficienti, o separati o insieme uniti, per ripararci dalle desolazioni de' fiumi.

CAPO XIV.

Della insufficienza de' nostri metodi attuali per garantirci dalle ruine de' fiumi.

Cinque sono i mezzi principali che noi adoperiamo presentemente per contenere e governare i fiumi; alzamento d'argini; rettifica-

zione di corso; nuove inalveazioni; diversivi; ripari.

Che gli argini, benchè altissimi, sieno impotenti, da sè soli, a prevenir le devastazioni de' fiumi, egli non è ora difficile a comprendersi.

Abbiamo già più volte indicato e ripetuto che la distruzion delle selve e la nudità delle montagne fanno che tutte l'acque cadenti dal cielo si rovescino in un istante nelle valli, e vi formino una massa immensa e spaventosa.

Questo disordine cresce ogni giorno più, a misura che s'avanza la degradazione dei monti, e che si levano affatto i ritegni ed i freni che la natura aveva opposti alla precipitazione dell'acque. Quindi è che quelle piogge, le quali, pochi anni fa, non portavano al fiume alterazione alcuna, ora producano una piena, e quelle che allora causavano una escrescenza mediocre, ora ne cagionino una strabocchevole. Ciò ch'era un filo d'acqua, divenne un ruscello, il ruscello un rivo, questo un torrente, nè vi è ormai più confine o misura. Non potranno dunque i nostri argini,

per quanto sieno eminenti, salvarci da piene imprevedute, stemperate e sempre maggiori (1).

Un vaso, qualunque sia, non vale a contenere un fluido immenso, e che sopravviene tutto in un istante.

L'alveo de' fiumi non è che un vaso; le acque discendenti dalle montagne sono il fluido ch'esser debbe contenuto nel vaso. Se moderato e lento ne sia l'afflusso, gli argini potranno essere sufficienti; se intemperante e precipitoso, le acque accumulate traboccheranno da ogni parte; noi perderemo il tempo e la spesa (2).

---

(1) Il chiarissimo ab. Belloni, parlando della Brenta, era sorpreso del continuo e rapido crescimento delle sue piene, e gridava:

« Perchè da 30 anni in poi, come sappiamo da « segni stabili e fissi al sostegno del Dolo, si è « rialzato il livello delle piene e degli argini per « più di tre piedi? Perchè la piena 29 settembre, « 1776, sorpassò di mezzo piede quella del 1774, ed « essa fu maggiore di quella del 1770, e questa « dell'altra del 1772, e così progressivamente? »

Egli osservava bene, e con giustezza, gli affetti, ma non sollevava l'occhio alle vere cagioni.

Bell., *Anal. delle scritt. matem.*, 1777.

(2) Il sullodato Fra Giocondo, con quella sem-

Benchè ciò sembri abbastanza chiaro, nondimeno giova renderlo, quanto è possibile, ancora più manifesto e palmare.

Supponiamo che uno de' nostri laghi, per esempio il Verbano, o sia il Maggiore, da cui esce il Ticino, potesse scaricarsi nel Po col mezzo d'una gran bocca che fosse in nostra facoltà di aprire, o poco o molto a piacere.

Questo bel lago contiene una massa di 960 milioni di passi cubici d'acqua.

Il Po, in tempo di piena ordinaria, scarica poco meno di 5 milioni di passi cubici d'acqua all'ora, o sia di 120 milioni al giorno, il che forma appunto l'ottava parte dell'acqua del lago.

---

plicità e sensatezza insieme, che lo distinguono, spiega l'effetto di cotesta furiosa ed iscapestrata irruzione d'acque come segue:

Quando vengono le brentane, la ruina e l'abbondanza delle acque che calano dai luoghi più alti per piogge e nevi, con molto maggior prestezza riempie gli alvei di quel ch'essi possano digerire ed evacuare, e in un subito ingorga, supera, rompe le rive e gli arzeri.

Fra Gioc., *Scritt. sulla divers. della Brenta.*

Se fosse dunque aperta la bocca di questo in modo che scaricar si dovesse uniformemente in otto giorni, esso manterrebbe il Po in piena ordinaria per tutto il detto spazio di giorni otto, senza che nascesse in tutto il corso del fiume alcun traboccamento.

Ma se la porta si aprisse in guisa da vôtare il lago nel Po in soli quattro giorni, allora la doppia massa che ne uscirebbe, non potendo, per mancanza di tempo, distendersi ed allungarsi sopra tutto il Po, dovrebbe alzarsi, giganteggiare, e trascendere gli argini da ogni lato.

E se si proponesse di rinversar tutto il lago Maggiore nel Po in un giorno solo, chi sarebbe quel forsennato, o quel malvagio che volesse farne la prova? Come si potrebbe contenere e frenare una sì mostruosa e terribile colonna d'acque? Quali argini, qual capacità, qual forza sarebbero sufficienti a tanta piena? Ecco cosa fa l'accumulazione e il rapido afflusso. In tutti tre i casi si tratta di vôtare il medesimo lago; l'acqua è sempre quella stessa; la differenza non è che nel

tempo, ma l'effetto di questa differenza è sì grande che l'acqua nel primo caso è uguale ad una sola piena del Po, nel secondo a due, nel terzo ad otto piene accavallate una sull'altra.

Lo stesso espressamente avvien nelle fiumane. Le piogge d'oggidì son quelle a un dipresso che v'erano in addietro. Ma una volta non potevano congregarsi così rapidamente in massa. Or, al contrario, cadono a precipizio dalle montagne ignude, e formano, prese insieme, una massa d'acqua non inferiore a quella di un lago. Ma noi abbiam rotto le barriere del lago; tutte le sue porte or sono aperte; l'afflusso dell'acque è istantaneo e precipitoso; non è più ormai una piena sola, com'era in antico, quando si trovavano coperte e giuncate d'erbe, di macchie e di boscaglie le ripide coste montane, ma due, ma quattro, ma otto son ora le piene che in breve spazio di tempo si ammonticchiano sformatamente passando sopra i nostri argini, come se non vi fossero, e devastando le nostre sbigottite contrade.

O voi che siete al piano, e vi affannate intorno agli argini del vostro tronco di fiume, non vedete come dai monti vi piombi addosso un improvviso ed immenso cumulo di acque? Voi fate come colui che si difende da un nemico che ha in faccia, mentre molti alle spalle lo assaliscono e l'opprimono. Voi siete, siami lecito di seguir la immagine che mi si offre, come il figlio d'Anchise in quella terribil notte, in cui, dopo aver fatta ogni prova per difendere la città dal furore dei Greci, vide sull'alto della rocca, e sulle porte Scee, Giunone e Nettuno e Pallade e Giove stesso, che atterravano le torri e le mura di Troja. Allora s'accorse della vanità de' suoi sforzi.

Così voi non vi potrete salvar mai dagli assalti del fiume, finchè le Najadi, le Driadi, le Amadriadi, le Napee e tutte le divinità, custodi delle fonti e delle selve, piene di sdegno per veder violate le loro sedi, verseranno furiosamente dalle lor urne rovesciate tutta l'acqua che cade dal cielo.

Ma io finora ho considerato i fiumi, come

se avessero sempre le lor acque limpide e pure. Or quanto più cresce la forza delle ragioni addotte, quando si rifletta che l'acqua delle fiumane, torbida e lutulenta, trae seco una incredibile copia di ghiaje, di arene, di terre e d'altre materie, le quali, arrestandosi in parte, e decubitando nel letto de' fiumi, ne vanno sempre più diminuendo la capacità?

Egli è chiaro che un vase si rende insufficiente a contenere un fluido, o perchè cresca la massa di questo, o perchè si scemi la continenza di quello. Che se nel medesimo tempo si aumenti da un lato la quantità del liquido, e si restringa dall'altro la capacità del recipiente, allora per doppia causa sarà il fluido costretto a traboccare da tutti gli orli del vaso.

Questo è ciò appunto che accade ai nostri fiumi. Le acque che si scatenano dalle montagne, e precipitano in un istante nelle valli e nei letti de' torrenti e de' fiumi, formano, come si è detto, masse mostruose. Le immense materie che traggono seco tendono sempre più ad ingombrare e riempiere gli alvei delle

riviere. Dunque i nostri argini per doppia cagione si rendono insufficienti a contenere le acque delle piene.

Richiamiamoci qui alla memoria ciò che abbiam detto di sopra sulla mole prodigiosa ed enorme delle materie, che, nello stato attual di degradazione e disfacimento delle nostre montagne, sono strascinate dai torrenti e dai fiumi. Noi abbiam veduto, parlando del Po, che se tutte le ghiaje e terre portate da esso e dagl' influenti suoi, si arrestassero nel di lui gran tronco da Pavia al mare, ne rimarrebbe quello in meno d'un anno assolutamente interrito ed ostrutto.

Se ciò non succede sì presto, egli è, perchè una buona parte di queste materie, e massime delle più gravi e pesanti, si ferma nei letti de' torrenti e ne' tronchi superiori de' fiumi, dove per l'urto e pel lungo sgretolìo, e direi quasi macinìo, si vanno minorando di mole a poco a poco, e fanno un sol passo innanzi per ogni piena, come si è veduto a suo luogo. Un' altra parte, ch' è la più leggiera, delle materie stesse, vien portata sino

alle foci, come si dirà meglio tra poco nel parlar delle rettificazioni. Finalmente, allorchè l'alveo si trova oppresso e sopraggravato di tali materie, la natura tenta con una crisi e col rompere gli argini di sollevarlo. Prorompe di fatto allora per l'ampia bocca della rotta una immensa quantità di arene, di sabbie e di limo, che solleva per poco, ed alquanto, il tronco superiore del fiume, come dopo lungo stravizio e gozzoviglia viene il vomito a liberare il parassito dalla mortal replezione che l'opprimerebbe.

Non altrimenti appunto nello stato d'intemperanza e di ripienezza, in cui si trovano i nostri fiumi per l'enorme afflusso di tante materie, una rotta procura talvolta al fiume un qualche sollievo, giacchè male non v'è in natura, da cui qualche bene non segua. Ma io non bramerò per altro i fulmini e gli uragani, per indi respirare un po' d'aria più pura. D'altronde le rotte, se qualche sollievo recar possono al tronco superiore, portano poi sempre il disordine nell'inferiore, come si è veduto di sopra (1).

(1) Vedi di sopra cap. VI e cap. XI.

Se dunque non vi fossero di tratto in tratto queste crisi terribili, che ogni volta pongono o l'una o l'altra delle nostre provincie in pericolo di essere soppozzata e sepolta, se una gran parte delle materie trasportate dalle acque non si arrestasse negl' influenti, o non discendesse sino alle foci, tutto il vasto tronco del Po da Pavia al mare sarebbe ogni anno totalmente riempito ed ostrutto.

Ma ciò che non succede tutto ad un tratto, si fa per altro a grado a grado, e con passo sempre più sensibilmente accelerato. Quindi per doppio motivo, come si è detto, e per l'accrescimento della massa dell'acque e delle materie, e per la successiva diminuzione di capacità del vaso, si rendono inevitabili in quel fiume reale, siccome a proporzione in tutti gli altri che si trovano in pari, o poco diverse circostanze, gli straripamenti e le inondazioni.

Ommetto dunque, non poter giungere le nostre forze all' infinito; ommetto essere stoltezza il presumere, come già si disse, di elevare gli argini fino al cielo; ommetto indebo-

lirsi questi a misura del loro alzamento, e i nostri pericoli crescere nella ragion medesima; basta il considerare che gli argini non hanno alcuna influenza su la causa primaria del disordine de' fiumi, e che non possono in alcun modo impedire il rapido afflusso e l'immensa accumulazione dell'acque, nè quella non meno enorme delle materie, ma che viene anzi questa maggiormente dagli argini occasionata e promossa, basta, dico, questo, perchè sia dimostrata la loro insufficienza per garantirci dalle devastazioni de' fiumi.

Ma, si dirà, con le rettificazioni degli alvei si può dare un così facile sfogo alle acque torbide che non succedano più nè interrimenti, nè inondazioni. Veggiamo se ciò sia vero, e quanto sia vero.

CAPO XV.

Continuazione dell'esame de' metodi attuali di reggere i fiumi.

Si è già detto e provato nella prima Parte, che le rettificazioni non possono aver luogo

ne' tronchi superiori de' fiumi che corrono in ghiaja (1).

Le acque delle piene, finchè sono ristrette nelle valli, e camminano in massa, hanno la forza di strascinarsi dietro anco le grosse pietre, nonchè le ghiaje e le terre.

Ma tostochè si aprono le gole de' monti, e che le acque trovano campo di sparpagliarsi per larghi ed aperti letti, allora le materie più pesanti s'arrestano indietro, sia per la diminuzion del pendio che favoriva naturalmente il ruzzolare de' sassi, sia per la mancanza di forza nell'acqua, più che prima non era, disseminata. Formando quindi le ghiaje alla rinfusa qua e là dei dossi e delle seccagne, costringono il fiume a cangiar frequentemente di corso.

Che se anche si potessero incatenare i torrenti, e si sforzassero, loro malgrado, a seguire il cammin retto, altro con ciò non si guadagnerebbe, se non che le ghiaje sarebbero allora spinte necessariamente più lungi

(1) Parte prima, cap. III e cap. VI.

e portate ad occupare gl'inferiori tronchi del fiume con danno ancora più grave.

Perciocchè siccome nel corpo umano, allorquando noi arrestiamo con mal accorti rimedj le secrezioni, che far la natura vorrebbe per le vie da essa disposte, non lasciano mai le morbose materie d'invadere qualcuna delle altre parti più nobili e vitali, così se la nostra imprudenza impedir vuole ai torrenti di scaricarsi delle ghiaje nelle parti superiori, ove ha la natura disposto che segua questa deposizione, forza è che le dette materie sieno portate a fare una invasione nel seno e nelle viscere stesse del fiume.

Per questo appunto quella grande ingegnera, come si è detto altrove, ha saviamente provveduto che i torrenti, appena usciti delle valli, lasciassero indietro una gran parte delle lor ghiaje, e le deponessero sopra larghi renai e greti deserti, onde non andassero a turbare il corso delle riviere permanenti e navigabili.

Non si potrebbe dunque ottener mai nei tronchi superiori una stabile rettificazione, e

qualora con violenza ottener da noi si potesse, porterebbe conseguenze ancora più pregiudiziali e funeste; dal che si vede, quanto sia il Bernard manifestamente in errore ed anche in contraddizione con sè stesso, quando si affatica di provare che la rettificazione è il gran segreto per reggere i furiosi torrenti e i fiumi che corrono in ghiaja (1).

Parlando poi de' tronchi inferiori, non si tolgono già tutti i difetti ai fiumi col rettificarli.

L'afflusso strabocchevole delle acque e delle materie, non è impedito dall'alveo retto, anzi piuttosto è promosso.

Un fiume raddrizzato non si fa camminar senza sponde, senza letto, senz'asprezze sul fondo, senz'attriti.

La cessazione del pendio a misura che il fiume si allontana dai monti, ed i passaggi dai piani declivi agli orizzontali, hanno luogo anche nelle rettificazioni, e talora questi passaggi divengono con esse più aspri ed improvvisi;

(1) Bernard, *Nouv. princ. d'Hydr.*, *chap. III*, *sect. XVII*.

ond'è, che la saggia natura, per evitarli appunto o raddolcirli, preferisca sovente le sinuosità e le dolci voltate, come noi pure nelle ascese e discese de' monti andiamo intorno intorno con un viaggio tortuoso e più lungo, per temperarne la ripidezza.

Non è dunque possibile di togliere affatto con tal mezzo i soffregamenti, i ritardi, i ringorghi, i ventri d'acqua, le deposizioni delle sabbie e delle melme, i banchi, i dossi, e quindi le tortuosità del fiume, e svolte delle sponde, una sola delle quali basta poi, per la legge de' ribattimenti, a produrne cento altre (1).

Ma ciò che più importa egli è che la rettificazione nuoce sempre a sè stessa col convogliare e radunare alle foci una maggior copia di materie, e col prolungare più presto e più estesamente gli ultimi tronchi orizzontali delle riviere.

Questa prolungazione della linea del corso

---

(1) Conte Stratico, *Della inclinazione delle sponde negli alvei, ecc. Mem. dell'Ist. Naz. Ital., tom. 2, par. 2.*

e delle foci, è appunto il mezzo con cui quella grande artigiana, sempre operosa ed aitante, benchè ci paja sì lenta, la natura, propaga del continuo, ed estende le terre e i continenti.

Dico sì lenta, perchè la vita nostra, labile e fugace, non ci dà tempo di poter vederne i successivi suoi tramutamenti. Noi siam pur troppo come quelle farfalle della pendice che adoravano una quercia e la chiamavano eterna, perchè dopo trecento età di farfalle, com'era scritto ne' loro annali, vedevasi tuttora la stessa.

Ma però l'osservazione e la storia ci pongono sotto gli occhi, dovunque si rivolgano intorno, qua vaste pianure coperte di bionde spiche, dal peso inclinate, ne' luoghi stessi dov'erano in addietro profondi stagni e paduli; là isole e città nobilissime un tempo, ed illustri pei loro porti, per gli arsenali, per le flotte, pei navigli mercantili, or divenute terrestri, e così remote dalle spiagge del mare che sembra favoloso ciò che di esse si legge.

Tutti i fiumi torbidi e limacciosi, o piu

tardi, o più tosto, secondo il grado delle melme e dell'impostime che traggono seco, vanno sempre più protraendo le foci, e togliendo al mare una porzione del suo dominio, senza ch'e' si accorga delle perdite che fa; giacchè l'artifizio con cui procede il fiume per legge di natura, come si è detto, in questa operazione, è quello appunto di andar innanzi a poco a poco, e con passo così tacito e furtivo che non vi si faccia guari attenzione.

In tributando le loro acque al mare i fiumi sono come que' Bascià Mussulmani che mentre porgono al Gran Signore l'annuo tributo, mirano ad usurparne occultamente il potere, e a farsi despoti del paese.

Se passar si volesse a rassegna in ogni parte del globo i fiumi torbidi e lutulenti (e pochi ve n'ha che più o meno nol siano in qualche tempo dell'anno) si vedrebbe che tutti hanno cotesto carattere ambizioso, e che procedendo passo passo, e riva riva, tendono a respingere gradatamente il mare dai lidi ed a prolungarvi le terre (1).

---

(1) *Omnes fluvii Nilum imitantur, continenti*

Fra tutti i fiumi tributarj del nostro Mediterraneo nessuno però, non eccettuato neanche l' Ebro, il Rodano e il Po, nessuno, dico, ha mostrato questo spirito di conquista più manifestamente del Nilo.

Non solo ha esso potuto insignorirsi di tutta quella vasta laguna e seno di mare, che ora è occupato dal Basso Egitto, ma va gettando eziandio e continuamente estendendo la base di un nuovo Delta, che sarà forse maggior ancora del primo (1).

A cinquanta e più miglia dalla costa vi si ravvisano i bassi fondi, e i grandi ammassi

---

adiugendo objectum ostiis suis, fretum, alti magis, alii minus; minus qui non multum caeni deferunt, magis qui multum, etc.

Strab., *Geogr., lib. I, n.* 37.

(1) *Hujus regionis pleraque pars, ut et sacerdotes ajunt, et ipsi mihi esse videbatur, aquisititia Ægyptus est. Siquidem quod inter praedictos montes supra Memphim urbem positos medium est, videtur mihi sinus maris aliquando fuisse, etc.*

Herod., *in Euter, sive lib.* 2.

Vedi ciò che si è detto a suo luogo di sopra, Parte prima, cap. VIII e IX.

delle fanghiglie e melme del Nilo aggrumolate che formano già l'abbozzaticcio di una nuova regione (1).

L'isola del Faro, che trovavasi lontana una gran giornata di cammino da Alessandria, ora è congiunta del tutto alla medesima.

La città di Damiata, dove approdavano talora i Cristiani ai tempi delle Crociate, or giace a più di dieci miglia dal mare, l'aratro traccia i suoi lunghi solchi dove purmò veleggiavano le navi; dico purmò, giacchè qual distanza v'è da S. Luigi a noi?

Anche la città di Rosetta si va sempre più allontanando dal lido. In trent'anni, e quasi sotto i nostri occhi, l'interramento, benchè non prodotto che da un solo ramo del Nilo, fu rilevantissimo (2).

Nè gli altri fiumi limacciosi, sebben minori del Nilo, tralasciarono di fare anch'essi,

---

(1) Buffon, *Teor. della terra*, *tom.* 2, *cap.* 19.
Kant, *Geogr. fis.*, *vol.* 6, *parte* 2, *cap. I.*

(2) Buffon, *ibid.*
Kant, *ibid.*
Shaw, *Voyag. dans le Lev.*, *vol.* 2.

come dice Erodoto, di grandi operazioni, col protrarre la linea del corso, ed acquistar nuovi paesi (1).

Il Meandro, famoso pe' suoi serpeggiamenti come si è detto altrove, conduceva sì larga copia di limaccio e di belletta, che avea di mano in mano aggiunto al Frigio suolo una vasta pianura (2).

Il Caistro, non men celebre dell'altro per la moltitudine de' cigni che coprivano le sue acque e le sue ripe, camminava melmoso anch'egli e fecciosissimo nei tempi di piene. Tanta era la malta ed il fondaccio, che strascicavasi dietro sino alle foci, tanto erasi già inoltrato nel mare che gli avea tolta ed aggregata al proprio territorio un' isola intera (3).

---

(1) *Sunt et alii fluvii nequaquam magnitudine Nili qui magna opera ediderunt, quorum nomina possem referre.*

Herod., *Lib.* 2, *n.* 10.

(2) *Quemadmodum ea quae sunt circa Ilium, et Teuthrasiam et Ephesum et Maeandri planitiem, etc.*

Herod., *Lib.* 2, *num. eod.*

(3) *Ab his amnibus multitudo limi est, qua Cay-*

Ma ben più forte ed ambizioso ancora era l'Acheloo, il quale dal monte Pindo cotal fonda di materie traeva nel mare, che si era impadronito di una gran parte dell'isole Echinadi, e segnatamente della più nobile di esse, l'Artemita (1): di che infiniti altri esempi si avevano a' tempi di *Plinio*, che parla d'isole dugento stadi separate in addietro dai lidi del mare, ed allora già unite al Continente (2).

---

ster terras propagat, mediisque jam campis Syrien Insulam adjecit.

Plin., *Hist. Nat.*, *lib. V*, *n.* 31.

(1) *Nomina possem referre tum aliorum (fluviorum) tum vero Acheloi, qui per Acarnaniam fluens in Echinadum insularum mare, jam eas media ex parte fecit continentem.*

Herod., *Hist. in Euterpe ut supra.*

Amnis Achelous e Pindo fluens, atque Acarnaniam ab Ætolia dividens, et Artemitam insulam assiduo terrae invectu continenti adnectens.

Plin., *Hist. Nat. lib. IV*, *n.* 2.

(2) *Natura abstulit insulas mari, junxitque terris, Antissam Lesbo, Zephyrium Halicarnasso, Ethusiam Mindos Hybanda, quondam Insula Ioniae, nunc CC a mari abest stadiis, etc.*

Plin., *Hist. Nat.*, *lib. II*, *n.* 91.

Nessun fiume però più rapidamente avea prolungate le sue foci, nessuno avea convogliata e spinta innanzi fin nel grembo dell'Oceano una così prodigiosa quantità di arena, di molticcio e di belletta, come l'Eufrate, il quale in meno di un secolo era stato capace di allontanar il mare dalla Persica spiaggia per un tratto di cento e venti miglia, conquistando in tal guisa, o, per dir meglio, creando un nuovo regno (1).

Ciò era senza dubbio avvenuto dalla distruzione de' boschi dell'Armenia, della Media e dell'Assiria, nelle guerre Mitridatiche, o nate da quelle, sotto Lucullo, Silla, Pompeo, Cesare ed altri, onde poi dalle scoscese spalle, e dalle coste dirupate del Tauro, dell'Amano e d'altre grandi montagne, precipitarono nell'Eufrate e nel Tigri, che aveano comuni le foci, quelle immense ed isformate

---

(1) *Nunc abesse a litore centum viginta millia, legati Arabum, et nostri negotiatores qui inde venerunt, adfirmant. Nec alia parte plus, aut celerius, profecere terræ fluminibus invectae.* Plin., *Hist. Nat*, *lib. VI*, *cap* 31.

masse di materie ch'ebbero forza di fare, come si è detto, una sì furiosa irruzione nel seno dell' Oceano.

Anche i fiumi della Spagna, e segnatamente il Beti, a detta di Strabone, prolungavano di tal maniera le loro foci, che n'era quel dotto e sentito autore altamente sorpreso, e diceva doversi tutto all' intorno estendere il Betico lido, e riempiere quel tratto di mare; come aveva pur detto Erodoto dell'Arabico Seno, nel caso che il Nilo in esso rinversato si fosse (1).

Nè sono tampoco differenti le riviere della Francia. Portano anch'esse imbuondato arene e malte e bellette, vettureggiandole sino alle foci: formano anch'esse lungo le spiagge dei banchi e dell'isole che sono, per così dire, l'ordito di nuove terre.

---

(1) *Hac ergo ratione tum mare, congesta terra, complanari poterit, facto a litoribus initio, etc.* Strab., *Geogr.*, *lib. I, n.* 38.

Si in hunc Arabicum sinum Nilus velit alveum suum convertere, quid prohibetas sidue fluentem quin illum oblimet?

Herod., *Hist. in Euterpe.*

Il Rodano, per parlare d'una sola di esse, fece in addietro, e va facendo tutta fiata di gran progressi. Nuovi paesi, ch'erano mare, sorsero per opra sua. L'arenosa Cran, e la fertilissima Comargue, alcuni secoli fa non esistevano. La torre costrutta nel 1737 alle sue foci, or è lontana più d'una lega dal mare (1).

Il D. Plott afferma che a Stafford, in Inghilterra, si trovarono alla profondità di diciotto piedi molte monete battute sotto Eduardo IV, cioè solamente dugento anni prima, tanto vi si erano dirottamente accumulate le materie portatevi dai torrenti e dai fiumi (2).

In Olanda, il Reno, la Mosa e gli altri fiumi, han sostenuto e respinto gli urti dell'Oceano non con altre armi che coll'immensa mole, e bagagliume, dirò così, delle sabbie e delle melme, carreggiate da essi ed ammonticellate su'que'bassi fondi, onde poi vasti

(1) Kant, *Geogr. fis.*, *vol.* 6.
Buffon, *Théor. de la ter.*, *vol.* 2.
(2) Buffon, *ut supra vol.* 2, *artic.* 18 *e* 19.

luoghi maremmani e terre palustri e nabissate si ammazzerarono a poco a poco, e si ricolmarono fino all'altezza di cinquanta piedi (1).

Non minori prolungamenti delle foci, non minori conquisti sul mar Germanico e sul Baltico, fecero visibilmente il Weser e l'Elba, l'Oder e la Vistola, il Niemen e la Duna, i quali vennero sempre più restringendo in quelle spiagge l'impero di Nettuno; cosicchè dove in addietro galleggiava sui flutti, e vi si raccoglieva l'ambra, ora si semina e si maciulla la canapa e il lino; e dove Nereo un giorno guidava lo squammoso armento, vi pasce ora e vi si tonde il lanuto (2).

Ma che faccio io? Sarebbono infiniti gli esempi che ci si offrirebbero per ogni dove, e di troppo tempo avrebbe mestieri chi volesse venir segno per segno enumerando le occupazioni e i progressi di tutti i fiumi limacciosi della terra. Un solo cenno mi sia permesso

---

(1) Kant, *Geogr. fis.*, *vol.* 5 *e* 6.

(2) *Memor. della Soc. fis. di Berlino, tom. I*,
Leibn., *Protog. parag.* 40.
Swarz., *Geogr. della Germ. del Nord.*

fare del Po, ch'è nostro, e che sebbene a molti stranieri fiumi agguagliar non si possa per abbondanza d'acque, pure non è senza dubbio di alcuno di quelli men glorioso ed illustre, che qui d'intorno alle sue rive sorsero, fra gli altri, tre dei più famosi Cigni, di cui l'antica e la moderna età si vanti e onori (1).

Ora il Po, dai tempi romani ai nostri, ha creati ed aggiunti al continente, mercè le grandi e motose sue deposizioni, nuovi ed ubertosi territorj. Esso ha di molto protratta ne' secoli addietro, e sempre più rapidamente va ora protraendo la linea del corso, lasciandovi eziandio l'addentellato, per poter andare sempre più innanzi, e rappiccarvi un nuovo lavoro, come si fa nelle nostre fabbriche incominciate che si ha disegno di voler continuare, e come pure, al dir del Segretario Fiorentino, usano fare gli ambiziosi conquistatori.

---

(1) Sembra chiaro che qui voglia l'Autore additar i tre immortali cantori, Virgilio, Ariosto e Tasso che nacquero sulle sponde del Po, o de' suoi tributarj.

Nota dell'Edit.

L'insigne città di Ravenna, che nell'ampio suo porto aveva potuto contenere perfino a trecento e cinquanta navi; che ai tempi di Cassiodoro era pur anco marittima, e paragonavasi ne' suoi dintorni ai deliziosi litorali di Napoli, Ravenna fu disgiunta dal mare, ammemmata e semisepolta dalle incessanti deposizioni de' fiumi (1).

Adria, che abbiamo qui sulle soglie, città pur essa un dì marittima e famosa, per qual altra cagione, se non per questa, ritrovasi ora ben sedici miglia lontana da quel mare stesso a cui ebbe l'onore di dar il proprio nome (2)?

---

(1) Ravenna, *interpaludes et pelagus, inter Padifluenta, unitantum patet accessui .... ad ostia sua amaenissimum portum praebens, classem tercentum quinquaginta navium, Dione referente, tutissima dudum credebatur retinere statione.*

Jornan., *de reb. Get.*

Habet et Ravenna, non absurde dixerim, Bajas suas, ubi undosum mare terrenas concavitates ingrediens, etc.

Cassiod., *lib.* 12, *epis.* 22.

(2) *Nobili portu oppidi Tuscorum Atria, a quo Atriaticum mare ante appellabatur, quod nunc Adriaticum.*

Plin., *Hist. nat., lib.* 3, *cap.* XX.

E fra Ravenna ed Adria, ma più accosto a quella che a questa, non v'era forse, sopra una delle foci del Po, l'antichissima città di Spina, potente sul mare ed opulenta, di cui ammiravasi nel tempio di Delfo un ricchissimo e celebre tesoro? Fino dal tempo di Strabone i fiumi l'avevano già rimossa ben dieci miglia dal lido, ed ora più non ne rimane vestigio (1).

Perchè poi coteste prolungazioni ed occupazioni de'fiumi procedessero con più lento passo a'tempi antichi di quello che facciano ai nostri, non posso tralasciar di accennarlo almeno alla sfuggiasca, oltre quello che già ho detto altrove, quando ciò sempre più avvalora e rafferma il sistema che ho proposto.

---

(1) *Hoc vero Eridanum ostium dictum est, aliis Spineticum ab urbe Spina quae fuit juxta, praevalens, ut Delphicis creditum est thesauris, etc.*

Plin., *Ibidem ut supra.*

Spina, urbs olim clara, nunc viculus, nonaginta stadiis a mari abest.

Strab., *lib.* 5.

CAPO XVII.

Segue l'esame dei metodi attuali di reggere i fiumi, e Conclusione.

Si sa che a' tempi antichi non erano i nostri fiumi, come ora sono, imprigionati; ma diffondersi e sparpagliarsi potevano, sebbene però con certe discipline per le molte conche, lagumi e spessi ricettacoli d'acque, di che seminate allora si trovavano per ogni parte le province circompadane.

Tanto maggiori poi, e più frequenti, ci si vedevano cotesti bacini d'acque e maremme, e fitte profonde, quanto più bassi erano i luoghi e più s'avvicinavano al mare.

Il celebre conte Filiasi, nell'eruditissima opera sua de' Veneti primi e secondi, ce ne porge le più luminose prove.

Ciò appunto rattenne i Romani che non temettero impor dei ponti al Reno e al Danubio, dal gettarne uno sul Po, avvegnachè

sì presso e quasi sui limitari di casa propria; e quindi dovettero far prendere una lunghissima giravolta alla famosa Via Emilia Altinate.

Ora le acque torbide de' fiumi, così disperse e sparnazzate per quelle conche, stagni e paduli, vi deponevano qua e là le mondiglie e le bellette, sì che giunger queste non potevano che in poca quantità sino alle foci.

Si aggiunge che per loro economico e religioso sistema, come si è detto altrove, usavano i Romani di coltivar le selve anco nelle pianure, nonchè sui monti e sui colli; mezzo di tutti efficacissimo per soffermare le acque de' fiumi e far loro deporre le sabbie e le melme di cui sien pregne.

E per non dir che delle nostre Venezie, ci era la gran Selva Fetontéa, c'era la Caprulana, c'era la Clocisca, c'era la Conselvana, ce n'avean molte altre, le quali esser forse doveano tante diramazioni della prima, e le quali coprivano d'ogn'intorno i piani e i margini delle lagune, mentre anco i lunghi lidi che dal mar quest'ultime separavano,

erano tutti coronati e gremiti di folte e bellissime pinete (1).

Oltre molte urne cinerarie, vasetti lacrimatorj, fiale ed altre curiosità romane, dissotterrate, non è gran tempo, in siti contermini alla nostra laguna, vi si trovarono grossissime ceppaje di querce, nere com'ebano, ed attestanti che stati ei erano boschi antichissimi nell'età passate (2).

E senza le selve, a quando a quando sparse e distribuite per le vaste pianure, aveano pur costume i Romani di guernire di piante di ogni sorta i fiumi per tutto il lor corso, e di assieparli, dirò così, sull'una e l'altra sponda di arbusti e folte macchie; onde non solo quei ripetuti ostacoli rintuzzassero l'impeto delle

---

(1) *Co. Filiasi*, De' Veneti primi e secondi, vol. II e III, passim, e specialmente ai cap. 6, 11 e 13 del III.

Id. Rifles. sopra i fiumi e le lagune, cap. I, II, III.

Gennari, Dell'antico corso de' fiumi, ecc.

Tentori, Legisl. Venez. sulla laguna.

(2) *Temanza*, Dissertaz. sul territorio di S. Ilario, pag. 24.

piene, ma con gl'innumerevoli ritegni delle messe e virgulti ne impigliassero le torbide e ne agevolassero la posatura.

Allorchè nel quinto secolo volle Teodorico costruire una flotta in Ravenna, non ebbe a cercar da lungi il legname necessario, ma trovollo in copia, ed ammannito ne' boschi di querce, di pini, di tigli, di cipressi e d'altre piante, che fiancheggiavano ambedue le ripe del Po sino alle foci (1).

Non è dunque maraviglia se le acque dei fiumi, spandendosi allora per tante conche e bacini, e passando per tanti luoghi selvarecci e cespugliosi, allacciate ed irretite, per dir così, dai lecceti e dalle salciaje, che ne coprivano ed intessevano le sponde, vi deponessero ciò che aveano di melmoso e sudicio, e giungessero al mare pressochè limpide e pure. Potrebbon elleno assomigliarsi a quell'acqua di Dante, che camminava senza mistione al-

---

(1) Co. Filiasi, *locis ut supra.*

cuna, e sebben coperta di eterna ombra, lasciava tutto discernere insin al fondo (1).

Ecco il perchè così salubri allor fossero le apriche spiagge da Ravenna ad Aquileja che vi si mandavano di Roma i gladiatori, per renderne arrubinato il volto e robusta la persona (2).

Ecco il perchè cotanto si celebrassero i pingui pascoli, e le mandre e gregge Altinati (3); ecco il perchè, più che sull'amene costiere di Pausilipo, amasse Marziale di po-

---

(1) Avvegnachè si muova bruna bruna
Sotto l'ombra perpetua che mai
Non lascia ivi raggiar nè Sol nè Luna.
Purgat. 28.

(2) *Gallicae paludes, quae circum Altinum, Ravennam, et Aquilejam habent incredibilem salubritatem, etc.*
Vitruv., *lib. I.*

(3) *Melius etiam in hoc usu Altinae vaccae probantur.*
Colum., *lib.* 6, 14.
Nunc gallicae, (lanae) pretiosiores, earumque praecipuae ad opus Altinates.
Id. lib. 7, 15.
Plin. *Sec.*, *lib.* 2, *Epist.* 12.

ter in quelle finire i suoi giorni e chiudervi gli occhi (1).

Dopo poi le irruzioni de' barbari, e nei secoli bassi, crebbero ancora più, come abbiamo veduto a suo luogo, le boscaglie e le macchie, ed occuparono intieramente le più belle e fertili province circompadane, dove le acque de' fiumi senza ordine alcuno sparnicciate e vaganti, formavano da per tutto pozze, acquitrini e maresi, e quindi per cagion di tanti inciampi, soggiorni e sviamenti che occorrevano loro ad ogni passo, doveano esse deporre, e lasciar per via di qua, di là la mel mosa soma che traean seco, in guisa che quand'erano alla fine del viaggio, appena torbidicce, e quasi scevre d'ogni sorta di mol ticcio e di bellette, alle foci si appresentavano

Dunque sotto i Romani, atteso il sistema di liberi fiumi, ma però moderati ed appia cevoliti da dolci e spessi ritegni col mezzo d

(1) *Æmula Bajanis Altini litora villis*, *etc*. *Mart.*, *lib.* 8, *epigr.* 25.
Fil. Ven. primi e secondi vol.
Temori, Legisl. sulla Lag.

selve avvisatamente ordinate e disposte, e sotto i Barbari, per causa del dissoluto divagamento delle acque, senza ordine e legge, frammezzo a boscaglie, a paduli e merazzi, non potevano le nostre riviere, se non lentissimamente, prolungare la linea del corso, e far de' notabili conquisti sul mare.

Ma quando, al risorgere dell'industria e degli studj, le città e repubbliche italiane si diedero con indicibil gara a sgomberar dai boschi le nostre pianure, ad asciugar gli stagni e a rinserrare in argini i fiumi; quando gl'incauti alpigiani cominciarono a sterpare e distruggere le selve anche sui ripidi fianchi delle montagne; quando le acque delle piogge e delle nevi, ch'erano per l'addietro trattenute da tanti freni ed ostacoli, precipitarono furiosamente, e a slascio, nell'ime valli, allora il tracollamento delle ghiaje, delle sabbie e delle terre, divenne orribile e mostruoso; allora rimpinzati rimasero in breve tempo ed ostrutti i letti de' fiumi; allora fu forza, come già si disse, fabbricar loro gli alvei contro natura nella region dell'aria e verso il cielo,

poichè la terra ricusava di riceverli entro il proprio seno; allora la grossa delle sabbiose e poltigliose materie giunse a ribocco sino alle foci, protrasse rapidamente gli ultimi tronchi delle riviere, e costrinse il mare stesso a ritirarsi dall'antiche spiagge.

La Piave in breve corso d'anni, scriveva il Belloni meravigliando, ha ricolmato al suo sbocco un profondissimo lago, ch'avea trenta miglia per lo meno di circonferenza, e che divenne una vasta, solida e fertilissima pianura (1).

Ecco il motivo, per cui i Veneziani, prima del XIII secolo, non si accorsero guari di

(1) La Piave, che nel 1664 fu divertita dalle lagune di Venezia, e portata a sboccar in mare per le paludi di Cortellazzo, ricolmò fra lo spazio di circa 40 anni un lago, ch'era all'intorno della nuova foce, profondissimo, e della circonferenza di ben 30 miglia, depositandovi dove otto, dove dieci e dove quindici braccia di fertilissimo terreno, e formando una bella, ed ora già coltivatissima pianura.

Bell. Mem. sull'Arno coronata dalla I. R. Accad. de'Georgofili, ecc., cap. 2, pag. 16 e 17.

un rimarchevole restringimento nella loro laguna, perchè i fiumi, depositando le torbe, come si è veduto, ne' ricettacoli superiori e nelle immense boscaglie, per cui passavanò, non potevano portar alle foci che un tenue avanzaticcio, dirò così, di limo; ma poscia col cangiarsi dell'agrario sistema al piano, e coll'eccidio delle selve al monte, videro con tanta furia, e con sì rapido traboccamento crescere sotto i lor occhi la replezion della laguna, che giustamente appresero anche per Venezia il destino d'Adria e di Ravenna; e senza manco ciò sarebbe avvenuto, se divertiti altrove non si fossero i torbidi fiumi, quando dir non si voglia che la natura qui solamente tra noi non operasse ciò che fa in tutto il resto del Globo, e che mentre le limacciose riviere colmarono con le loro motose deposizioni vasti stagni e golfi e seni dell'Oceano, riempir non potessero la laguna nostra ch'è un piccol vaso in verso il mare.

Ma tornando alla rettificazione de' fiumi, ch'è il secondo rimedio da noi usato per la loro regolazione, se tanto è ora l'afflusso delle

melmose materie sino alle foci, ad onta delle grandi sinuosità de' fiumi stessi, le quali, allungando di molto i lor alvei, offrono un più ampio spazio al progressivo sedimento delle torbe, e ritardando con tante svolte la velocità dell'acque, promuovono la sussidenza delle ghiaje e delle poltiglie nei tronchi superiori, quanto più dirotto, quanto più stemperato non sarà lo scorrimento di quelle, e quindi quanto più rapida la prolungazione degli ultimi tronchi orizzontali, allorchè con la rettificazione si accorci l'alveo primiero, e vi si acceleri la velocità dell'acque?

Or ciò appunto, che molto contribuisce ad accrescere il presente sconcerto de' fiumi, ed i fatali allagamenti delle nostre belle pianure, è il prolungamento de' tronchi orizzontali e la total mancanza di pendio che ne consegue.

" La rapida protrazion della linea, diceva
" un provveduto Idraulico di sopra memo-
" rato, è la fonte primaria de' gravi danni
" presenti e preludio funesto di maggiori
" danni in avvenire. Questo è il nemico ca-
" pitale che si dee combattere; e se prima

" questo non sia vinto, o in buona parte ab-
" battuto, è illusorio ed insufficiente qualun-
" que tentativo ,, (1).

Se non son chiari questi concetti di un uomo espertissimo, quali saranno?

La sola rettificazione dunque, in qualunque modo si prenda, o si voglia estenderla ai tronchi superiori, dove i fiumi corrono in ghiaja, o si voglia limitarla soltanto agl' inferiori, non può, come ho detto, esser mai sufficiente a garantirci dalle ruine de' fiumi. Essa è bensì un rimedio lenitivo, ma non curativo, perchè lascia sussistere in tutta la loro forza ed estensione le cause vere della cronica e mortal malattia de' nostri fiumi, vale a dire l'immenso e precipitoso afflusso dell'acque e delle materie ch'esse portano seco.

Ciò che ho detto delle rettificazioni, conviene del pari anche alle nuove inalveazioni, se però queste possono aver luogo nelle grandi riviere.

La somma difficoltà di poter equabilmente

(1) Ab. Belloni, Dell'Adige, ecc., pag. 116.

distribuire in un lungo tratto la pendenza dei piani, in guisa di evitarne gli aspri passaggi che generano, come si è veduto, gl'ingorgamenti e i ventri delle piene; l'imbarazzo ed inciampo gravissimo causato dagl'influenti laterali che conviene col nuovo alveo attraversare; le fiumane e gli stravasamenti delle acque, che sopravvengono durante il travaglio e guastano l'opra già fatta; la lunghezza del tempo che si rende necessario, e soprattutto l'immenso dispendio che si richiede da queste gigantesche ed erculee imprese; tanti gravissimi ostacoli resero sempre impraticabili le nuove inalveazioni de'fiumi reali.

Si aggiunge a ciò, che abbassando ed incassando nel suolo il grand'alveo del fiume principale, il che appunto è l'oggetto massimo della nuova inalveazione, conviene abbassar del pari anche il letto de'fiumi tributarj che vi mettono foce, altrimenti se questi rimanessero col letto elevato ed eminente, quando l'alveo comune è divenuto profondo, si precipiterebbero in esso dall'alto, e vi porterebbero una enorme quantità di materie che lo

riempirebbero in breve tempo, e renderebbero vana la fatica e la spesa incontrata. Perciò la nuova inalveazione del comun recipiente porta con sè necessariamente un gran numero di altre inalveazioni secondarie.

Nè si può lasciar tampoco di osservare che i gran fiumi, come si è già detto del Po, non giunsero a stabilire col tempo la lor sede nel luogo, dove ora si trovano, se non che dopo molte vicende e lunghi contrasti cogl' influenti laterali, e dopo essersi posti alla fine in equilibrio con essi; sicchè il voler cangiare, dopo secoli, la posizione e l'andamento di una grande riviera, per darle una nuova direzione ed un corso che non le fu assegnato dalla natura, esser potrebbe un' opera non solo frustranea, ma imprudente e forse micidiale.

Per queste ragioni senza dubbio non v'ha esempio che in alcuna nazione, nemmeno presso quelle che andavano in cerca d'imprese straordinarie e prodigiose, siasi giammai posto mano alla total inalveazione di una grande riviera. Perciocchè nè l'operazione fatta da Scauro sul Po presso Piacenza può dirsi nuova

inalveazione, ma bensì rettificazione di un breve tronco, nè l'emissario del lago Velino praticato da Curio, merita un tal nome, nè altro è la fossa così vantata di Nerva che un diversivo del Tevere, come ho accennato a suo luogo (1).

E parlando della diversione de' fiumi dalla laguna di Venezia, eseguita in tempi a noi più vicini, avvegnachè sia stata opera grande e dispendiosissima, pure non ebbe luogo, se non che in fiumi di minor rango, e negli ultimi tronchi solamente, quando già più non ricevevano altri influenti.

D'altronde finchè sussista, che dico? finchè vada crescendo la fatal cagione de' nostri mali, finchè le montagne disfatte e disciolte sieno trasportate negli alvei de' nostri fiumi, che gioverebbe una nuova inalveazione del Po, dell'Adige, del Tevere, dell'Arno, se anche la natura de' luoghi vi consentisse, se anche non fosse la medesima senza esempio, se anche tutte le nostre forze non superasse?

---

(1) Parte prima, cap. X.

L'effetto si ridurrebbe a prorogar di poco l'eccidio inevitabile delle nostre province.

Nulla dirò de' diversivi, giacchè della loro poca utilità si è già parlato a lungo di sopra, dove abbiam veduto che questo è il rimedio il più infelice di tutti, come quello che ritarda più d'ogni altro la velocità dell'acque, già per sè troppo infievolite ne' tronchi estremi e quasi orizzontali de' fiumi; che promuove o fomenta in singolar maniera la deposizion delle bellette e l' interrimento degli alvei; che toglie il terreno all'agricoltura con la moltiplicazione de' canali, e delle acque; e che, per evitar le inondazioni eventuali e temporanee, stabilisce in certo modo una inondazion di sistema, e permanente (1).

I ripari finalmente, di qualunque direzione e forma essi sieno, non possono ch'esser utili parzialmente e localmente ; nè raro è che riescano più nocivi che utili alla general disciplina e al corso regolare de' fiumi, col porre le loro ripe in uno stato d' inimicizia e di perpetua guerra.

---

(1) Di sopra, cap. VI.

Un riparo piantato sulla sinistra sponda porta quasi sempre l'acqua a battere, o più o meno, sulla destra, e rende quivi necessario un altro riparo che la rimandi vicendevolmente all'opposta parte, e quindi la difesa diviene offesa, e questa chiama una nuova difesa, e così successivamente, in guisa che camminando lungo il corso di una riviera, par di vedere su tutte due le ripe nemici affaccendati a spingersi ostilmente il fiume l'uno addosso dell'altro.

Che se anco per una felice e singolar ventura, nessun riparo non potesse mai nuocere alla opposta sponda, qual rapporto ha esso con le montagne, d'onde discendono le fiumane? Ha egli la facoltà di scemare i diluvj delle piene? Può egli moderarne la subita e sfrenata precipitazione? Può arrestare un solo sasso, una sola stilla d'acqua su le ripide coste de' monti? I pennelli, che abbiamo lungo il corso del Po, impediscono forse che le acque delle Alpi e degli Appennini non piombino in un istante nelle valli, e nel letto di quel fiume? Gli argini dell'Olanda tratten-

gono essi i furiosi e gonfi torrenti dell'Elvezia, della Brisgovia, dell'Alsazia, e i fiumi di tanti altri paesi ch'entrano nel Reno?

Egli è dunque manifesto che i nostri metodi attuali di reggere i fiumi non sono, nè possono essere da sè soli e senz'altre provvidenze, sufficienti a garantirci dalle calamità che ci sovrastano. Possono essi bensì produrre qualche utile effetto, ma parziale, ma limitato, ma breve, non generale, non conforme al bisogno, non permanente e sicuro, non esteso a tutto il corso de' fiumi.

Poichè si sradicarono e si distrussero le selve; poichè si diruppero e si sfasciarono le montagne; poichè i nostri pericoli e i nostri mali già crebbero spaventosamente, ed ormai sono giunti all'eccesso, i nostri parziali rimedj più non bastano; egli è indispensabile un più esteso e più efficace provvedimento.

E qual mai sarà questo provvedimento, se non è quello della tutela de' monti e delle foreste? Quante volte dovremo ripeterlo? La distruzione di queste, e il dissodamento di

quelli sono la causa primaria delle nostre sciagure. Da ciò procede l'enorme e precipitosa accumulazione delle acque, e l'immenso strascinamento delle materie; da ciò l'alzamento progressivo del fondo de' fiumi; da ciò il cangiamento continuo di letto ne' tronchi superiori che corrono in ghiaja; da ciò le rose e gli sdruci delle sponde; da ciò le lunate e le tortuosità; da ciò i ringorghi e i fatali traboccamenti ne' tronchi inferiori; da ciò la rapida prolungazione delle foci e degli ultimi tronchi orizzontali; da ciò la effimera durata delle rettificazioni; da ciò la demolizione degli argini, delle dighe, de' ripari e delle altre nostre tanto vane, quanto dispendiose operazioni sopra i fiumi.

Non può dunque rimaner dubbio che il riferito provvedimento non sia il migliore; quello ch'è altamente invocato dalla ragione e dall'esperienza; quello che da gran tempo si attende dagli uomini più saggi; quello che salva tutti i riguardi e che concilia tutti gli interessi.

Con esso non si sconvolge in alcun modo

lo stato attuale delle province del piano che sono bagnate dai nostri fiumi; gli argini, le dighe e le opere già fatte si conservano; i canali navigabili, gli edifizi, i ponti rimangono gli stessi; le città, i borghi, i villaggi contermini ai fiumi, non si sommergono; gli abitatori temer non possono che si apra la porta ai morbi appiccaticci e funesti, come succederebbe col sistema Egizio; nessuno vede turbato il suo domicilio; nessuno dee piangere il perduto suo campo; nessuno è nemmeno costretto a cangiar la coltura adottata da' suoi padri; i suoi usi, i suoi diritti, i suoi sentimenti, e perfino le sue inquietudini e le sue prevenzioni, sono rispettate.

Egli è pur certo che si concilia felicemente in tal guisa anche la sicurezza e il ben essere degli abitatori de' monti, perchè non si tratta già di spogliare alcuno di essi delle loro case e delle loro terre, ma ben anzi di ricuperare e render utili i luoghi desolati e deserti su le coste scoscese, e sui fianchi dirupati delle montagne, non meno che di guarentire con buone regole e discipline le loro abitazioni

e i loro beni dalla imminente distruzion che gli attende.

Nè gravi difficoltà si oppongono all'esecuzione di questo salutar provvedimento.

Basta, per moderar la forza e la prepotenza de' nostri fiumi, che cerchiamo di frenarli quando sono ancor deboli, cioè fin dalle lor origini, e dalle prime lor mosse; basta rimettere le macchie e le selve sulle coste dirupate de' monti, seguendo le indicazioni della natura che mai non mentisce nè inganna; basta, per conseguirne l'effetto, che vogliamo far uso de' mezzi i più ovvj e comuni che sono in nostra mano e che non esigono nè sommi sforzi, nè smoderati dispendj; basta che l'amor del patrio suolo, che la brama del pubblico bene e del nostro, che la compassione e la generosa impazienza di tanti mali ci riscaldi una volta il petto e ci guidi in questa utilissima impresa.

Mentre così avremo noi la fortuna di salvare le città e le province pianigiane dai danni, anzi dall'ultimo eccidio, di cui sono pur troppo minacciate, sentiremo insieme il conforto di

preservar dalle ruine anco i paesi e gli abitatori montani: i quali, se continua più a lungo questo tenor di cose, dopo aver veduto rapirsi dai precipitosi torrenti le terre, le gregge, le case, gli altari stessi ed i sepolcri, come ne abbiamo già esempi luttuosi, dopo che le montagne sfasciate saranno ridotte in orrori ed in solitudini, miseri, piangenti e raminghi, finiranno col venire al piano a mescolar con le nostre le loro lagrime, e a rendere ancora più funesto l'aspetto della comun disavventura.

Fine della Parte seconda.

TAVOLA I.

Sperimenti sul ventre delle Piene divisi nelle dieci Classi del Capitolo primo.

umero delle ·lassi	Numero delle spe-rienze	Inclinazion del deferente	Altezza d'acqua	Durata dell' esperienza	Altezza del ventre
I. e II.	1	Gradi 5	Pollici 4	Minuti 10	Poll. - . 2
	2	"	5	"	- . 3
	3	"	6	"	- . 6
	4	"	8	"	1 . -
	5	"	(1) 10	"	(3) 1 . 6
III.	6	5	6	"	Poll. - . 6
	7	10	"	"	- . 9
	8	15	"	"	1 . 5
	9	20	"	"	1 . 9
	10	30	(2) "	"	2 . 9
IV.	11	10	4	"	- . 6
	12	15	5	"	1 . -
	13	20	6	"	1 . 9
	14	25	8	"	2 . 9
	15	30	10	"	4 . -
VII.	16	40	6	"	3 . 3
	17	45	"	"	4 . 3
	18	50	2	"	5 . 6
	19	55	"	"	6 . 9
	20	60	"	"	8 . 3

(1) Si avverta che la vera quantità dell'acqua è un po' mag-
re di quella che corrisponde ai numeri dell' altezza nel defe-
ite, perchè nell'alzarsi ella si accelera, e si diminuisce di
po, e quindi convien rinforzarla perchè si mantenga a quel
nto.

(2) Lo stesso è qui. Per voler mantenere la stessa altezza di
qua nel deferente, a misura che questo si fa più inclinato e
clive, convien accrescerne la quantità, per la stessa ragione
l'acqua si accelera, e si estenua di corpo. Egli è poi d' av-
tirsi che l'altezza fu sempre misurata alla metà del deferente,
è dove non è nè la più alta, nè la più bassa, ma dove tiene
mezzo fra l'una e l'altra.

(3) Abbenchè i canali non fossero divisi che di sei in sei linee,
re l' occhio istrutto vi discerneva tosto la metà ed anche il
zo di detto intervallo, cioè le tre e le due linee.

TAVOLA I.

Seguono le Classi del Capitolo primo.

Numero delle classi	Numero delle sperienze	Inclinazione del deferente	Altezza d'acqua	Estensione del lato ascendente	Detta del discendente	Ventr
V.	21	Gradi 40	Pollici 6	Piedi 5	Piedi 9	Poll. 3
	22	45	,,	4.6	9.8	3.
	23	50	,,	4	10.6	4.
	24	55	,,	3.8	11.3	5.
	25	60	,,	3.3	12.3	6
			Quantità d'acqua	Tempo dell' efflusso	Quanto al secondo	Ventr
VI.	26	20	Piedi cubici 20	Minuti 10	P. c. 2	-
	27	,,		secondi 8	2 1/2	-
	28	,,		6	3 2/3	1
	29	,,		4	5	1.
	30	,,	(1)	2	10	2
			Altezza d'acqua	Altezza del ricevente	Durata delle sperienze	Ventr
VIII.	31	45	Pollici 10	Pollici 12	Min. 10	Si effon
	32	,,	9	,,	,,	*idem*
	33	,,	8	,,	,,	*idem*
	34	,,	6	,,	,,	Poll. 5
	35	,,	4	,,	,,	3.

(1) In questa sperienza conviene aver un vaso, da cui varie aperture si passa versar l'acqua nel deferente nei te marcati nella quinta colonna, il che non è difficile.

TAVOLA I.

Seguono le Classi del Capitolo primo.

Numero delle classi	Numero delle sperienze	Inclinazione di tre deferenti	Altezza d' acqua	Lunghezza dei tre riceventi	Durata delle sperienze	Ventre
IX.	36	1.° 10	Pollici 6	Piedi 60	Min. 10	. 9
	37	2.° 20		50	"	1 . 9
	38	3.° 30		60	"	2 . 8
		Inclinazione di quattro deferenti	Altezza d' acqua	Lunghezza dei quattro riceventi		Ventre
X.	39	1.° 5	Pollici 6	Piedi 40	Min. 10	. 6
	40	2.° 10		40	"	. 9
	41	3.° 15		40	"	1 . 3
	42	4.° 20		40	"	1 . 9
		Inclinazione del deferente	Altezza d' acqua	Restringimenti del ricevente		Ventre
	43	Gradi 20	Pollici 8	Pollici 0	Min. 10	2 . 3
.	44	"	"	1	"	2 . 9
	45	"	"	2	"	3 . 6
	46	"	"	4	"	4 . 6
	47	"	"	6	"	5 . 9

TAVOLA II.

Sperimenti sulle confluenze de' fiumi.

Numero delle classi	Numero delle sperienze	Altezza d'acqua nel fiume	Velocità del fiume	Larghezza dell'influente	Angolo dell'influente col fiume	Altezza d'acqua nell'influente	Impulso locale
I.	1	Poll. 6	Piedi 6	Poll. 12	Gradi 4	Poll. 4	0
	2		per		5	6	0
	3		minuto		6	8	0
	4		sec. (1)		8	10	0
							Larghezza della zona colorata
II.	5	Poll. 4	Piedi 5	Poll. 12	Gradi 8	Poll. 6	Poll. 10
	6	5	6				9
	7	6	7				7 1/2
	8	8	9				5
							Gradi dell' impulso
III. e IV.	9	Poll. 6	Piedi 6	Poll. 12	Gradi 15	Poll. 6	Sensibile
	10				20	8	cresce
	11				30	10	maggiore
	12				40	12	forte
				Angolo dell'influente col fiume	Altezza d'acqua nell' influente	Declivio dell' influente	Distanza ove va a battere il galleggiante
IV. e V.	13	Poll. 6	Piedi 6	Gradi 20	Poll. 5	Gradi 20	Piedi 44
	14			25	6		40
	15			30	7		35
	16			35	8		28
	17			40	9		20
	18			45	10		10

(1) La velocità fu sempre attentamente misurata con galleggianti. Una velocità di piedi 6 per minuto secondo equivale, come ognuno può facilmente calcolare, a miglia italiane 4 e 1/4 circa l'ora. Così si dica a proporzione degli altri casi.

TAVOLA II.

Seguono gli Sperimenti sulle confluenze.

Ritenuto il fiume come ai N. I, III e IV coll'influente colorato di rosso.

Numero delle classi	Numero delle sperienze	Angolo dell'influente col fiume	Larghezza dell'influente	Declivio dell'influente	Altezza d'acqua nell'influente	Declinazione dalla perpendicolare al fiume	Mescolanza de' colori
VII.	19	Gradi 80	Poll. 12	Gradi 45	Poll. 6	Piedi 2 -	Per o
	20	84				1 6	10 min. o
	21	88				-10	secondi o
	22	90				- 6	o

Ritenuto il fiume, e così pure il declivio, larghezza, ed altezza d'acqua dell'influente come al N. VII.

		Angolo dell'influente col fiume	Declinazione del primo ribattimento	Detta del secondo	Detta del terzo	Detta del quarto	Detta del quinto
III.	23	Gradi 50	Gr. 2	3	5	7	8
	24	40	4	7	10	12	17
	25	30	6 1/2	10	14	17	24
	26	20	8	12	17	22	30

TAVOLA II.

Seguono gli Sperimenti sulle confluenze.

Ritenuto l'influente largo un piede come sopra, ma con le sponde alte solamente 8 pollici.

Numero delle classi	Numero delle sperienze	Altezza d'acqua nel fiume	Altezza d'acqua dell' influente	Corpi galleggianti sull' influente	Corpi natanti sotto acqua nell' influente	Estensione del rigurgito nell' influente	Effusio dalle spon dell' influen
IX.	27	Pol. 4	Pol. 4	procedano,	Cammi- 2	Piedi 0	
	28	6		s'arrestano,	nano 3	10	
e	29	8		ritrocedano,	al min. 4	20	
X.	30	10		si rinversano dai lati	secondo 4	20	si effon
	31	11		*Idem*	piedi 4 (1)	20	si effon

(1) La velocità di piedi 2 per minuto secondo corrispond un po' meno di un miglio e mezzo l' ora. Nè ciò deve pa troppo lento, e quindi credersi che vi possa essere errore, p chè ho più volte seguito il viaggio che fanno codesti corpi se mersi, ed ho riconosciuto che non percorrono alle volte nemm mezzo miglio l' ora, massime quando si accostano al fondo e vanno quasi radendo.

TAVOLA III.

Sperimenti sulla divisione e diramazione de' fiumi.

Numero delle classi	Numero delle sperienze	Altezza d' acqua nel fiume	Numero dei diversivi aperti	Abbassamenti del fiume sul principio	Estension del moto retrogrado nel tronco inferiore	Tempo in cui si rialza il fiume	Gradi dell' alzamento del fiume
I. e II.	1	Piedi 1.4	2	Poll. 1.6	Piedi 4	Min. 20	Poll. 1. -
	2		3	2.-	7	24	1. -
	3		4	3.-	11	29	1. 6
	4		6	4.-	17	35	2. -
	5		8	5.3	25	43	2. 8
		Altezza d' acqua torbida tolta dal fiume in piena	Numero dei diversivi aperti	Numero dei rivoli aperti	Tempo in cui corse l'acqua	Belletta raccolta nei diversivi	Belletta raccolta nei rivoli
II. e V.	6	Piedi 1.6	1		Ore 12	Piedi 2	Piedi
	7		2			cubici 5	cubici
	8		4			12	
	9			2			-. 2/3
	10			4			2. -
	11	Piedi 2.-		8	Ore 30	Piedi	5. 1/2
	12		1			cubici 6	
	13		2			14	Piedi
	14		4			34	cubici
	15			2			2. -
	16			4			5. 6
	17			8			15. -
		Numero dei diversivi aperti	Tempo in cui durò l'acqua torbida	Altezza della belletta nel tronco super.	Detta nel tronco inferiore	Figure del ridosso nel tronco inferiore	Lunghezza del cono rovesciato
V.	18	Num. 6	Giorni 2.	Poll. - 2	Poll. - 4	Un cono	Piedi 3
	19		3.12	- 3	- 6	rove-	5
	20		5.12	- 5	- 9	sciato	8
	21		8. -	- 6	1. 2	(1)	12

(1) La duna, che si forma al principio del tronco inferiore, ende la figura di un triangolo isoscele un po' rilevato in sul ezzo, e perciò rassembra ad un cono tagliato per lo lungo, ed plicato al fondo del fiume con la parte piana. La base del cono sempre rivolta contro il corso del fiume, e la punta guarda la foce.

Segue TAVOLA III.

Sperimenti sulla divisione e diramazione dell' acque correnti.

Numero delle classi	Numero delle sper.	Tempo in cui corse l'acqua torbida	Larghezza dei diversivi	Larghezza dei rivoli	Duna per traverso alla bocca dei diversivi	Detta a traverso la bocca dei rivoli	Estensione della base della duna al lato respettivo	
							ne'diversivi	ne' rivol
	22	Giorni 1	Piedi 1	Poll. 4	Pol o. -	Pol. - 2	Poll. o	Pol. -
	23	2			o. -	- 6	o	-
VIII	24	3			- 4	1. 4	- 6	1.
	25	4			-.11	2.10	1. 6	3.
	26	5			1. 8	ostrutto	4. -	6.
(1)	27	6			3. -	ostrutto	10. -	6.

(1) Le osservazioni del n. VI possono esser fatte agevolmer da tutti quelli che hanno praterie irrigate. Perciocchè se divic ranno un ruscello in due parti uguali, troveranno che la belle è più copiosa nella metà inferiore che nella superiore; e se diviso il ruscello in quattro parti uguali, l' ultimo quarto tronco sarà più interrito del terzo, e questo del secondo, ed secondo del primo, semprechè però uno o più corpi non sia arrestati all' azzardo in qualche sito superiore del ruscello, poic allora le torbide si radunerebbero in molta quantità d' intorne que'corpi ed ostruirebbero anche affatto il ruscello stesso.

Questo è appunto il caso del n. VII, dove con l' arte e gettar nel ruscello alla rinfusa molti di codesti corpicciuoli, procurano qua e là delle oppilazioni ed intasamenti eventuali fortuiti, de' quali non si può stabilire nè il tempo, nè il pun variando sempre per infinite combinazioni.

TAVOLA IV:

Sperimenti sugli efflussi dell'acqua uscente dalle luci di un vaso tenuto sempre pieno.

Numero delle luci	Numero delle sper.	Durata degli sperimenti	Dimensione delle luci	Efflussi del sistema	Efflussi di fatto	Adequato ossia termine medio	Differenza in meno
I.	1	Min. 1	Poll. Quad. 1/9	Piedi Cub. 1	Lib. 69 3/4	Lib. 70 ossia Piedi Cubici 1	
	2				70		
	3				70 1/2		
	4				69 1/2		
	5				70 3/4		
	6				69 1/2		
II.	7		Poll. Quad. 1/3	Piedi Cub. 3	Lib. 210.-	Lib. 208	Libbre 2 ossia 1/35 di Pied. Cub.
	8				207.8		
	9				207.-		
	10				210.-		
	11				206.8		
	12				207.-		
III.	13		1	9	Piedi Cub. 8 1/2	Piedi Cub. 8 3/4	Piedi Cub. 1/4
	14				9		
	15				8 3/4		
	16				9 1/4		
	17				8 1/2		
	18				8 1/2		
IV.	19		3	27	26	Piedi Cub. 25 1/2	Piedi Cub. 1 1/2
	20				25 1/4		
	21				24 1/2		
	22				25 1/2		
	23				26		
	24				25 3/4		
V.	25		6	54	44 1/2	Piedi Cubici 45	Piedi Cub. 9
	26				45		
	27				46		
	28				44		
	29				45 1/2		
	30				45		

TAVOLA IV.

Seguono gli Sperimenti sugli efflussi.

Numero delle luci	Numero delle sper.	Durata degli sperimenti	Dimensione delle luci	Efflussi del sistema	Efflussi di fatto	Adequato ossia termine medio	Differenz in me[...]
VI.	31 32 33 34 35 36	Min. 1	Poll. Quad. 12	Piedi Cub. 108	Piedi Cub. 88 86 83 84 1/2 85 84 1/2	Piedi Cub. 85	Piedi Cub. [...]
VII.	37 38 39 40 41 42		Poll. Qu. 24	Pie. Cub. 216	Piedi Cub. 158 163 161 157 162 159	Pie. Cu. 160	Piedi Cub. [...]
VIII.	43 44 45 46 47 48		Poll. Qu. 48	Pie. Cub. 432	Piedi Cub. 337 336 334 327 335 339	Pie. Cu. 334	Piedi Cub. [...]
IX.	49 50 51 52 53 54		Poll. Qu. 96	Pie. Cub. 864	Piedi Cub. 653 650 647 646 642 652	Pie. Cu. 648	Pie. Cub. 21[...]
X.	55 56 57 58 59 60		Poll. Qu. 144	Pi. Cu. 1296	Piedi Cub. 936 929 925 932 935 924	Pie. Cu. 930	Pie. Cub. 36[...]

TAVOLA V.

Sperimenti sull'aumento di altezza e di velocità de'fiumi uniti.

Ritenute le dimensioni del fiume e degl'influenti come si è spiegato al Cap. V.

N.° delle sperienze	N.° degl'influenti	Declivio degli influenti	Altezza di acqua degli influenti	Velocità degli influenti	Altezza del fiume	Velocità del fiume	Aumento di altezza	Aumento di velocità
1	1	Gradi 3	Poll. 6	Piedi 6	Pol. 3 1/2	Pie. 3 1/2	Pol. --	Pie. ---
2	2			al	5	5	- 1/2	- 1/2
3	3			minuto	6	5 3/4	1	- 3/4
4	4		(1)	2.°	7 1/4	7	1 1/4	1 1/4
5	1		Poll. 8	Pie. 7 1/2	Pol. 5	Pie. 4 1/4	----	----
6	2				6 1/2	6	1 1/2	1 1/2
7	3				8	7 1/2	1 1/2	1 1/2
8	4				9	9	1	1 1/2
9	1		Poll. 10	Piedi 9	Pol. 5 1/2	Pie. 5 1/2	----	----
10	2				8	7 1/2	2 1/2	2
11	3				9 1/2	9 1/2	1 1/2	2
12	4				11	11	1 1/2	1 1/2
13	1		Poll. 12	Piedi 10	6 1/2	6 1/4	----	----
14	2				9	9	2 1/2	2 3/4
15	3				11	11	2	2
16	4				13	12 1/2	2	1 1/2

(1) Fu sempre presa l'altezza alla metà del corso, cioè, nel punto equidistante fra l'ingresso e lo sbocco. La velocità poi fu presa dividendo tutta la linea percorsa dal galleggiante per il tempo, ossia per il numero de'minuti secondi impiegati in percorrerla, e ciò tanto negl' influenti, come nel fiume.

TAVOLA V.

Seguono gli sperimenti.

Si ritiene la stessa dimensione degl' influenti e del fiume.

N.° delle sperienze	N.° degl' influenti	Declivio degli influenti	Altezza di acqua degli influenti	Velocità degli influenti	Altezza del fiume	Velocità del fiume	Aumento di altezza	Aumento di velocità
17	1	Gradi 8	Poll. 6	Piedi 8	Pol. 4	Pie. 4	----	----
18	2				6	5 1/2	2	1 1/2
19	3				7	7	1	1 1/2
20	4				8	8	1	1
21	1	Gr. 13	Poll. 6	Pie. 10	Pol. 4 1/2	Pie. 4 1/2	----	----
22	2				6 1/2	6	2	1 1/2
23	3				8	7 1/2	1 1/2	1 1/2
24	4				9	9	1	1 1/2
25	1	Gr. 18	Poll. 6	Pie. 12	Pol. 5	Pie. 5	----	----
26	2				7	7	2	2
27	3				8 1/2	8 1/2	1 1/2	1 1/2
28	4				10	9 3/4	1 1/2	1 1/4
29	1	Gr. 23	Poll. 6	Pie. 14	5 1/2	5 1/4	----	----
30	2				7 1/2	7 1/2	2	2 1/4
31	3				9	9	1 1/2	1 1/2
32	4				10 1/2	10 3/4	1 1/2	1 3/4

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE IN QUESTA SECONDA PARTE.

CAPO I.

CAPO II.

CAPO III.

CAPO IV.

CAPO V.

CAPO VI.

CAPO VII.

CAPO VIII.

CAPO IX.

CAPO X.

CAPO XI.

CAPO XII.

CAPO XIII.

CAPO XIV.

CAPO XV.

CAPO XVI.

PUBBLICATO

IL GIORNO XXV SETTEMBRE

M. DCCC. XXVIII.

Se ne sono tirate due sole copie in carta turchina di Parma, ed otto copie in carta velina bianca.